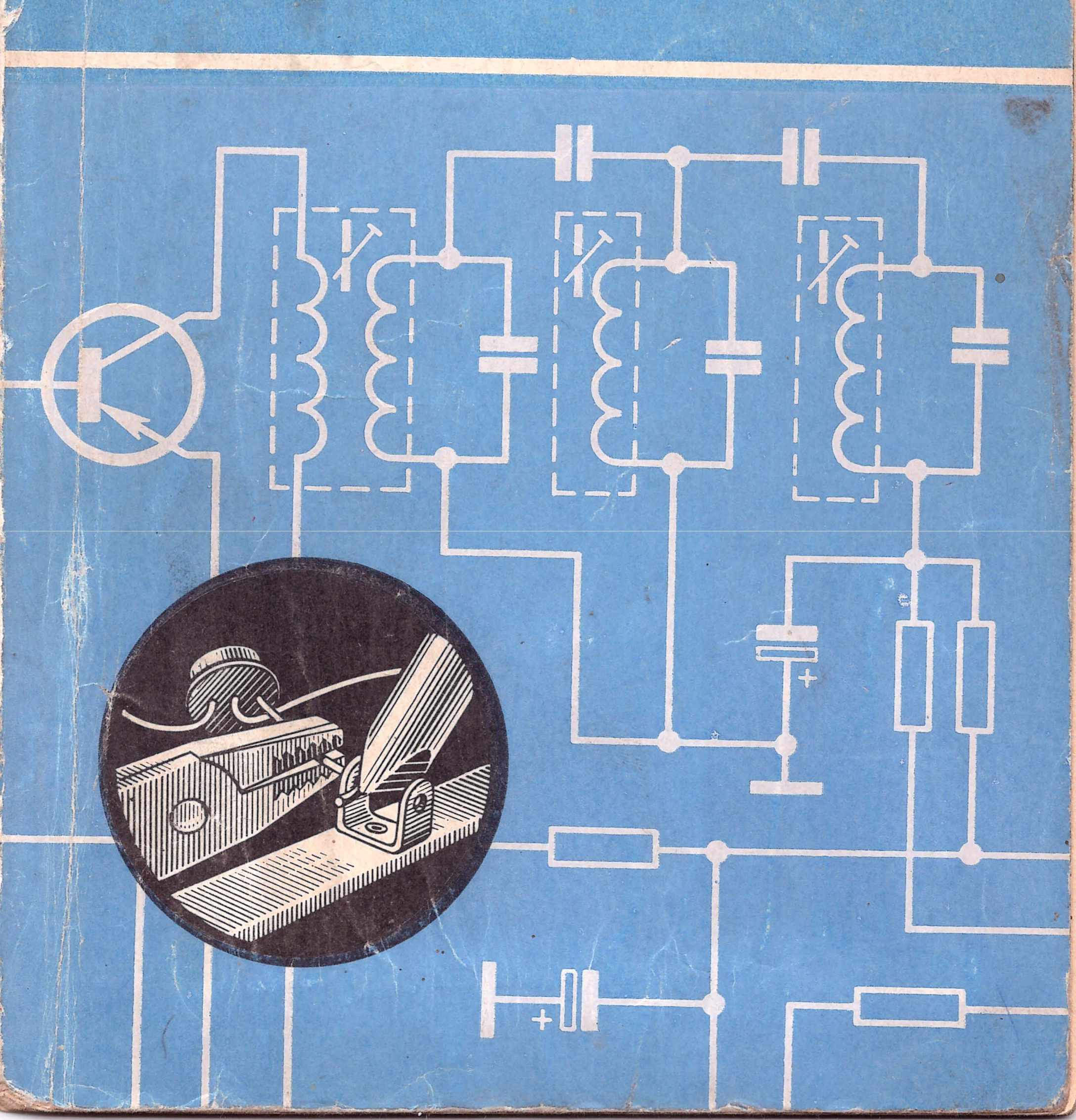
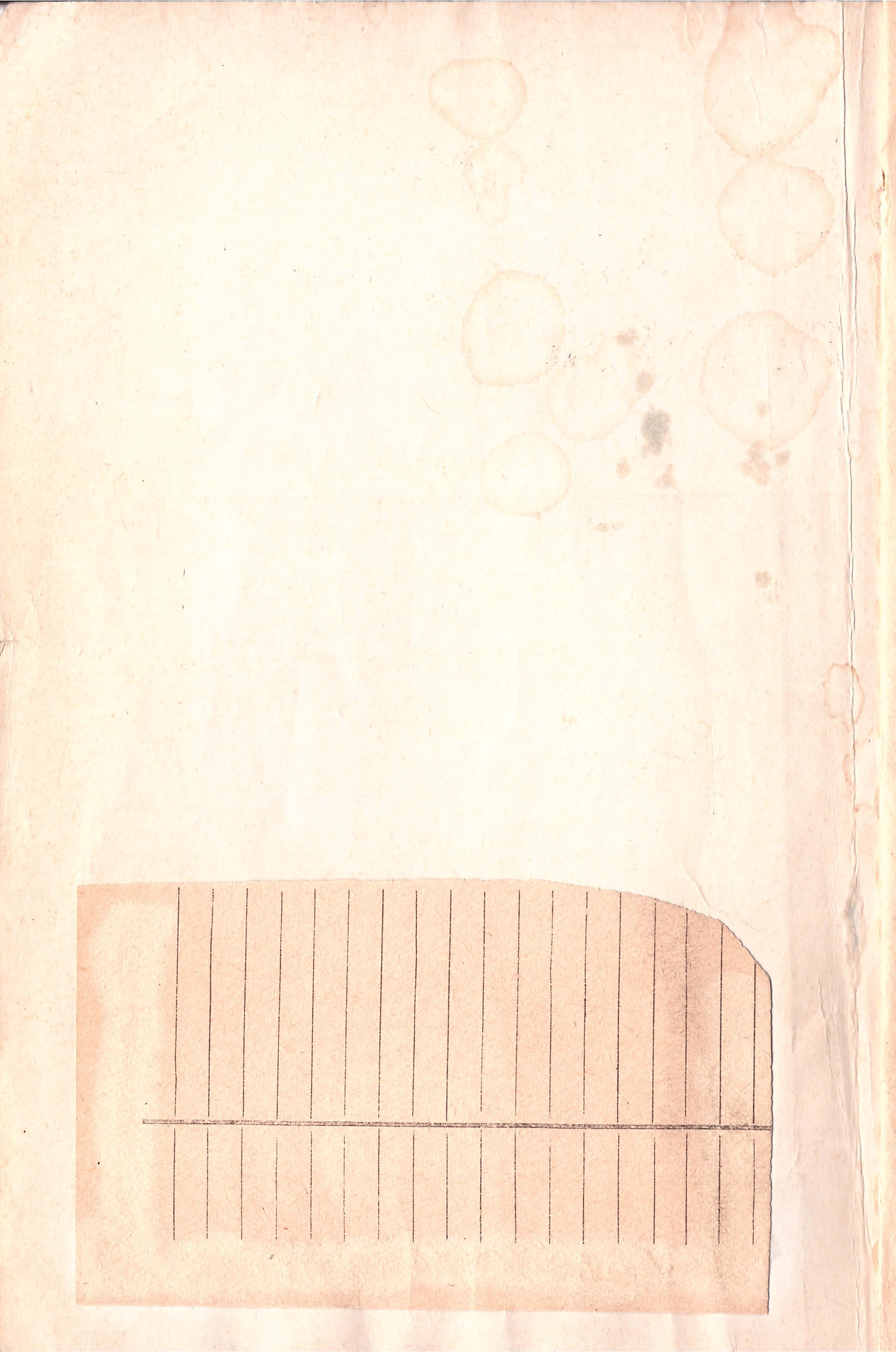
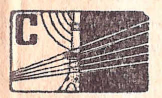
Специальные монтажные работы по связи





Специальные монтажные работы по связи

Допущено Министерством связи СССР
в качестве учебного пособия
для техникумов связи





ИЗДАТЕЛЬСТВО «СВЯЗЬ»
МОСКВА 1974

6Ф1
С71
УДК 621.39.002.72(075.8)

Авторы: О. Я. Язгур, В. Ф. Морозов, М. А. Згут, С. М. Сафро, С. Г. Герман-Галкин

С71 Специальные монтажные работы по связи. Учебное пособие для техникумов связи. М., «Связь», 1974.

208 с. с ил.

На обороте тит. л. авт. О. Я. Язгур, В. Ф. Морозов, М. А. Згут и др.

Рассматривается широкий круг вопросов, связанных с изготовлением и ремонтом электротехнической и радиотехнической аппаратуры, оборудования городских и междугородных телефонных станций.

Книга является учебным пособием для занятий в спецмастерских техникумов связи по всем специальностям. Она может быть полезна также широкому кругу радиолюбителей и работников низовой связи.

С $\frac{30601-114}{045(01)-74}$ 3—74 6Ф1

СПЕЦИАЛЬНЫЕ МОНТАЖНЫЕ РАБОТЫ ПО СВЯЗИ

Отв. редактор М. А. Згут
Редактор И. С. Балашова Техн. редактор Г. И. Колосова
Художник Г. Д. Целищев Корректор Г. Г. Лев

Сдано в набор 18/VII 1974 г. Подписано в печ. 11/X 1974 г.
Т-17039 Формат 60×90/16 Бумага тип. № 3 13,0 усл.-п. л. 14,94 уч.-изд. л.
Тираж 30 000 экз. Изд. № 16033 Зак. № 198 Цена 50 коп.
Издательство «Связь», Москва 101000, Чистопрудный бульвар, д. 2

Типография издательства «Связь» Госкомиздата СССР.
Москва 101000, ул. Кирова, д. 40.

Глава 1.

Монтаж силовых и осветительных сетей

КОРОТКО О ТЕХНИКЕ БЕЗОПАСНОСТИ

При прикосновении к предметам, находящимся под напряжением, опасным для человека и даже смертельным, может оказаться ток величиной всего 50—100 мА. Этот ток определяется сопротивлением и напряжением, действующим в образовавшейся цепи. Сопротивление будет слагаться из трех частей: сопротивления тела человека, сопротивления прикосновения и сопротивления промежуточных материалов. Сопротивление тела человека зависит от многих причин, и, в частности, оно уменьшается при возбужденной нервной системе и в состоянии алкогольного опьянения. Сопротивление прикосновения зависит от площади поверхности прикосновения к токонесущей детали, силе прикосновения и от состояния кожи. При влажной, потной или грязной коже поражение током сильнее. Промежуточные материалы (например, подошва, доски пола и др. изоляционные материалы) ослабляют поражение и тем больше, чем выше их сопротивление. Поэтому для защиты от поражения используют резиновые перчатки, калоши, коврики, изолирующие ручки и т. д.

Электрический ток вызывает непроизвольные сокращения мышц, поэтому человек часто не может разжать руку, которой схватился за предмет, находящийся под напряжением, у него может остановиться дыхание, прекратиться работа сердца. Особенно опасен такой случай, когда ток проходит через область сердца.

Опасное для человека напряжение довольно часто имеется не только между двумя проводами или деталями электроустановок, но и между одной деталью или проводом и землей.

При работе по электромонтажу основные правила безопасности следующие:

1. Прежде чем приступать к работе с электрической сетью или включенными в нее устройствами, необходимо снять напряжение. В месте выключения проводов должен быть повешен плакат «Не включать, ведутся работы!»

2. Перед началом работы нужно убедиться, что напряжение действительно снято. Проверку произвести контрольной лампой, индикатором или вольтметром.

В качестве контрольной можно использовать обычную лампу накаливания 220 в 15—25 Вт в патроне, заключенную в футляр с

двумя изолированными проводами, снабженными щупами с изолированными ручками. Щупы присоединяют к точкам, между которыми надо проверить напряжение. Получивший широкое распространение индикатор низких напряжений ИНН-1 (рис. 1.1) содержит в изолирующем корпусе неоновую лампу Л, включенную через резистор 500 кОм между контактным колпачком *3* и штырем *4*.

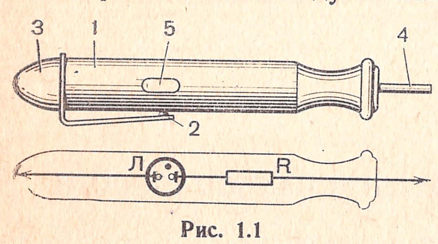


Рис. 1.1

Если, держа палец на колпачке, коснуться штырем детали или провода, находящихся под напряжением относительно земли (не менее 60 В), то лампа будет светиться, что легко обнаружить, глядя через окошко *5*. Ток через палец будет меньше 1 мА (практически неощутим).

Вольтметр используют аналогично контрольной лампе.

3. Если в установке содержатся конденсаторы большой емкости, находящиеся под высоким напряжением, то после выключения этой установки, прежде чем начать выполнять в ней ремонтные или регулировочные операции, необходимо конденсаторы разрядить. Для этого их выводы нужно замкнуть накоротко куском изолированного провода или отверткой, удерживаемой в руке за изолированную ручку.

4. Инструменты должны быть хорошо заправлены, ручки их хорошо насажены на инструмент и должны иметь гладкую поверхность без трещин. Пользуясь различными инструментами, необходимо всегда учитывать вероятность, пусть даже небольшую, что инструмент может сорваться, например, отвертка может выскочить из шлица винта. Необходимо выбирать такие приемы и рабочие позы, чтобы не нанести травму сорвавшимся инструментом. Ручки инструментов, подобных круглогубцам, плоскогубцам, кусачкам, необходимо разводить мизинцем, а не указательным пальцем и остерегаться защемить мякоть ладони.

5. При всех работах, в которых имеется опасность засорения и повреждения глаз (работа со шлямбуром и зубилом по камню, работа на точиле и т. п.), необходимо надевать защитные очки.

6. Температура паяльника достигает 300°С. Во избежание ожогов запрещается проверять степень его нагрева на ощупь или приближением к лицу. Недопустимы какие бы то ни было шутки при работе с паяльником. Нельзя стряхивать припой с паяльника, размахивая им, так как брызги могут попасть на окружающих или самого работника. Попадание расплавленного припоя в глаз — это тяжелейшая травма, часто с полной потерей зрения.

Работая в электромонтажной мастерской, учащемуся необходимо сидеть на своем рабочем месте. При длительной работе без излишнего утомления следует сидеть прямо, не опираясь грудью о стол, широко развернув плечи. Это обеспечивает нормальную вентиляцию легких. Ноги под столом необходимо держать в таком положении, чтобы во время работы поза была устойчивой (одна

нога должна быть выдвинута вперед, а другая находиться под стулом).

Одним из главных требований, предъявляемых к рабочему месту, является правильное размещение инструментов. Хранение их вперемешку вызывает необходимость искать нужный инструмент, из-за чего снижается производительность труда, а кроме того, инструмент тупится и выходит из строя ранее положенного срока.

Рабочее место должно быть оборудовано ящиками, приспособленными для хранения инструмента и материалов. Предметы, употребляемые редко, следует помещать в нижних ящиках, часто употребляемые — в верхних. Каждый инструмент должен находиться в определенном месте, согласно раз и навсегда установленному порядку. Это в конечном счете приводит к тому, что инструмент берут и кладут обратно автоматически, не глядя. Нужный для данной работы комплект инструмента должен быть вынут из ящиков и в определенном порядке расположен на верстаке.

Необходимо помнить, что работать следует только тем инструментом, который предназначен для данной операции. Например, необходимо следить, чтобы ширина лезвия отвертки была равна диаметру головки винта. Нарушение этого правила приводит к срыву шлица, к порче отвертки. Недопустимо в качестве ударного инструмента использовать что-либо, кроме молотка, например, плоскогубцы и пр.

ОСВЕТИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ

В настоящее время вакуумные лампы в основном делают мощностью только до 40÷60 Вт. Более мощные лампы выпускают с наполнением инертными газами: аргоном, криптоном, ксеноном в смеси с азотом. Присутствие газа в лампе уменьшает испарение вольфрама с нити, а это позволяет увеличить температуру накала и, значит, увеличить количество световой энергии и улучшить спектр. Благодаря этому газонаполненные лампы значительно экономичнее и меньше габаритом, чем вакуумные. Размер цоколя лампы выбирается в зависимости от мощности лампы.

Лампы бывают разных типов: НВ — нормальная вакуумная, НГ — нормальная газополная, НБ — нормальная биспиральная (спираль свернута в двойную спираль), БК — биспиральная с криптоновым наполнением. Пример обозначения: НВ-220-40 — нормальная вакуумная на 220 В, мощностью 40 Вт.

Срок службы нормальных осветительных ламп зависит от величины напряжения. При номинальном напряжении он не менее 1000 ч. Увеличение напряжения на 10% выше номинального уменьшает срок службы на 60%, уменьшение напряжения на 10% увеличивает срок вдвое.

Лампа накаливания обладает рядом существенных недостатков: низкий коэффициент полезного действия (около 2%), цветность излучения ее сильно отличается от солнечной, что искажает цвет освещаемых предметов. Баллон лампы в процессе горения

постепенно чернеет из-за вольфрама, осаждающегося на внутренней поверхности баллона, что приводит к уменьшению светового потока лампы. Рассмотрим подробнее несколько наиболее распространенных типов ламп.

Лампы накаливания с иодным наполнением представляют собой кварцевую трубку с вольфрамовой нитью накала. В трубке — пары иода и криптон. При подаче напряжения нить накала нагревается, атомы вольфрама, отделяясь от нити, двигаются к стенкам баллона, где температура достигает 600—800°, соединяются с иодом, образуя дииодид вольфрама (WJ_2). Молекулы дииодида перемещаются к нити, где температура достигает большой величины, и распадаются на вольфрам и иод. Вольфрам осаждается на нити. Таким образом, нить как бы непрерывно восстанавливается. Однако из-за неравномерности осаждения вольфрама, на нити со временем образуются слабые места, в которых нить перегорает.

По сравнению с обычной лампой накаливания иодная лампа обладает следующими достоинствами:

— срок службы в 20—30 раз больше,

— цветность излучения из-за более высокой температуры нити ближе к естественному свету,

— баллон лампы практически не темнеет, поэтому размеры иодных ламп незначительны.

Люминесцентные лампы — это газоразрядные источники света. В настоящее время для освещения жилых помещений применяют люминесцентные лампы низкого напряжения с подогретым катодом.

Лампа (рис. 1.2) представляет собой стеклянную трубку-колбу *1*, внутри которой по ее концам на стеклянных ножках *2* укреплены вольфрамовые электроды *3*, называемые катодами. Концы их при помощи штырьков *5*, вмонтированных в цоколе *4*, выведены наружу. Штырьки укреплены в гетинаксе *6*. На внутреннюю поверхность трубки нанесен тонкий слой люминофора, т. е. вещества, способного светиться под влиянием ультрафиолетового облучения. После откачки воздуха в трубку вводят некоторое количество ртути и аргон. Когда электроды ее раскалены и эмиттируют электроны, тогда в газовой среде лампы происходит разряд. Пары ртути от этого создают ультрафиолетовое излучение, которое воздействует на люминофор и вызывает его свечение. При изготовлении в лампу вводят аргон под давлением несколько миллиметров ртутного столба, облегчающий зажигание лампы.

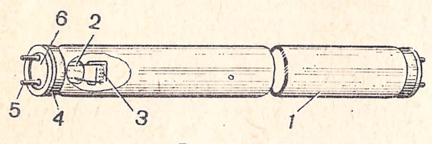


Рис. 1.2

Отечественной промышленностью выпускаются газоразрядные лампы пяти типов: ЛД — лампа дневного света, ЛДЦ — лампа дневного света с улучшенной цветопередачей; ЛХБ — лампа холодно-белая; ЛБ — лампа белая и ЛТБ — лампа тепло-белая. Цветность излучения ламп разных типов различна и зависит от соста-

ва люминофора. Однако все эти лампы дают свет, значительно больше похожий на дневной, чем свет ламп накаливания. Лампы ЛДЦ удобны для применения в помещениях, где необходимо различать оттенки цветов. Лампы ЛБ удобны для освещения жилых помещений и экономичны. Лампы ЛХБ и ЛД удобны для использования на юге, так как создают ощущение прохлады, в то время, как лампы ЛТБ удобны для употребления на севере, они создают ощущение теплоты.

Отечественной промышленностью серийно выпускаются люминесцентные лампы мощностью 15, 20, 30, 40, 80 Вт. Длина ламп зависит от их мощности. Так, например, у ламп мощностью 15 Вт она составляет 452,4 мм и 1515 мм — у 80-ваттной лампы. Сейчас налажен выпуск ламп, имеющих форму петли и буквы «S».

Люминесцентные лампы по сравнению с обычными обладают более сложной схемой запуска и большей трудоемкостью обслуживания. Потеря мощности в пускорегулирующих аппаратах (20÷÷30% от мощности лампы), высокая стоимость, реактивный характер сопротивления приводит к увеличению потерь в проводах (малый $\cos \varphi$). Кроме того, из-за пульсации светового потока с частотой, равной удвоенной частоте напряжения сети, может возникнуть стробоскопический эффект.

В табл. 1.1 приведены сравнительные данные основных светотехнических характеристик.

ТАБЛИЦА 1.1

Лампа	Характеристики		
	Световая отдача, Лм/Вт	Срок службы ч	Световой кпд %
Накаливания	12—15	1000	2
Люминесцентная	36—58	5000	5—7

Лампы ДРЛ (дуговые, ртутные с люминофором). ДРЛ выпускаются нашей промышленностью двухэлектродные, четырехэлектродные и применяются для освещения улиц, площадей, открытых пространств промышленных предприятий.

На рис. 1.3 показано устройство двухэлектродной лампы ДРЛ. Она представляет собой кварцевую трубку *1*, заполненную парами ртути под высоким давлением (5—10 ат). Внутри трубки находятся два вольфрамовых электрода *2*. Трубка заключена в стеклянную колбу *3*, покрытую изнутри люминофором. Колба наполнена инертным газом. Лампа включается в сеть при помощи резьбового цоколя *4*. Во время работы происходит разряд в парах ртути, сопровождающийся интенсивным синеватым свечением. Люминофор под влиянием ультрафиолетового потока излучает красное свечение, которое корректирует свечение лампы. Схема

включения двухэлектродной лампы значительно сложнее, чем четырехэлектродной, поэтому промышленностью выпускаются в основном последние.

Лампы ДРЛ имеют малые габариты, большую светоотдачу (до 45 Лм/Вт), большой срок службы 3000÷5000 ч.

Недостатком этих ламп следует считать их спектр свечения, далекий от солнечного, даже после выправления люминофором.

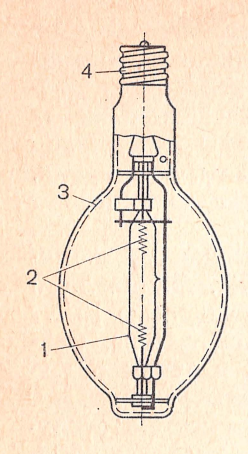


Рис. 1.3

ОСВЕТИТЕЛЬНАЯ АРМАТУРА

Осветительной арматурой называются различные приспособления, устройства, приборы, предназначенные для укрепления источников света, для управления ими, а также для отражения или рассеивания светового потока. Это выключатели, переключатели, штепсельные розетки, потолочные розетки, штепсельные вилки, абажуры, отражатели и др.

Осветительные патроны предназначены для укрепления лампы и для подвода тока к ним. На внутренних осветительных проводках имеют наибольшее распространение патроны для ламп накаливания с резьбой. Наша промышленность выпускает значительное количество патронов, различающихся по конструкции, но по принципу устройства совершенно одинаковых.

Каждый патрон (рис. 1.4*а*) имеет резьбовую гильзу *1*, в которую ввертывается цоколь лампы, и контакт на дне *2*. К этому контакту согласно схеме присоединяется фазный провод. Патроны с

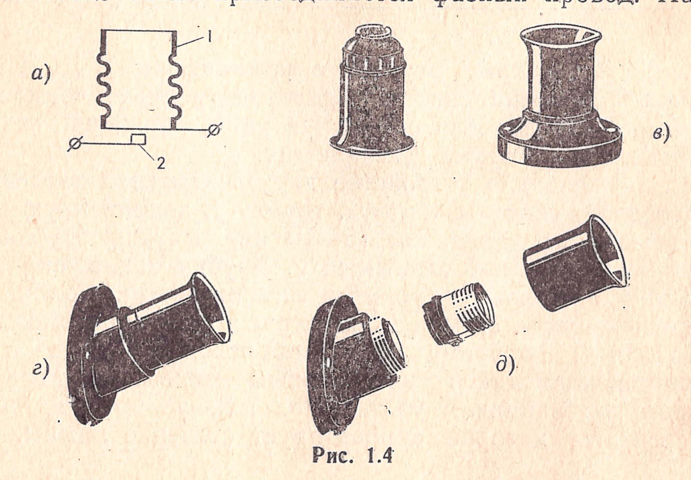


Рис. 1.4

резьбой бывают пяти размеров: Р-40, Р-33, Р-27, Р-14, Р-10 (цифры указывают диаметр цоколя в мм, буква «Р» от слова «резьба»). Иногда в марке патронов ставят букву «Ц» (от слова «цоколь»).

Патроны различают не только по габаритам, но также и по месту монтажа. На рис. 1.4 показаны патроны: *б* — подвесной, *в* — потолочный, *г* — стенной, *д* — стенной в разобранном виде.

Недостатком резьбовых патронов следует считать возможность самоотвертывания ламп при вибрации и систематическом раскачивании. Этим недостатком не обладает патрон без резьбы, называемый штифтовым (рис. 1.5*д*). Штифты вводят в боковые прорези патрона и цоколь поворачивают. Самопроизвольному выходу лампы из патрона препятствуют пружинящие контакты, имеющиеся в патроне. Штифтовые патроны используются на транспорте для ламп мощностью до 200 Вт.

На рис. 1.5 показаны три типа патронов для люминесцентных ламп: *а* — стоечный патрон ЛВС; *б* — круглый патрон ЛВК; *в* —

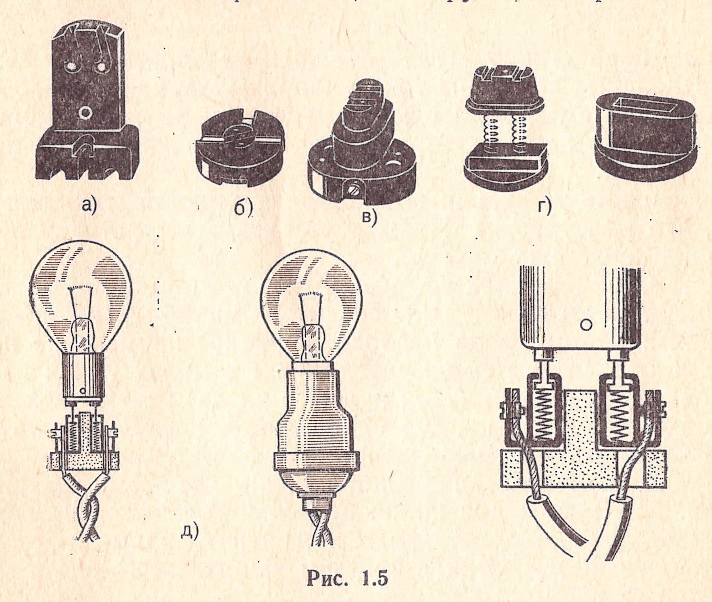


Рис. 1.5

круглый патрон ЛОС. В первых двух лампа укрепляется вращательным движением, в третьем — перемещением ее вдоль оси.

Наибольшее распространение в настоящее время получил патрон ЛОС, показанный в разобранном виде на рис. 1.5*г*. Для укрепления лампы пару ее штырьков вставляют в гнезда одного патрона и сдвигают лампу вдоль ее оси. При этом гнезда углубляются настолько, что вторая пара штырьков свободно входит в другой патрон. Пружины, имеющиеся в патронах, оказываются сжатыми. Это вызывает появление упругих сил, удерживающих лампу.

Выключатели. Выключателями называются приборы, осуществляющие прерывание тока в электрической цепи. Принцип действия выключателей одинаков, конструкция их бывает различной.

Выключатели можно классифицировать по разным признакам. Например, для открытой и скрытой проводки, для сухих и влажных помещений, поворотного типа и нажимные, причем последние могут быть рычажные однокнопочные и двухкнопочные. Кроме того, по числу разрываемых проводов — однополюсные и двухполюсные.

Некоторые конкретные образцы показаны на рис. 1.6.

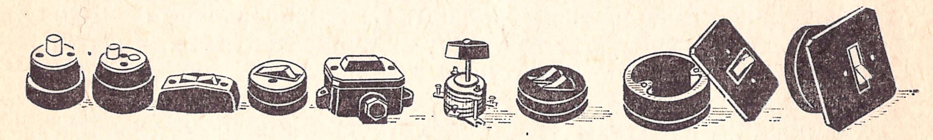


Рис. 1.6

На крышке выключателя обычно имеется надпись, указывающая предельные величины тока и напряжения, например, 6 А, 220 В. Превышение указанного тока вызывает перегрев элементов выключателя, превышение напряжения — образование дуги при выключении цепи.

Особенность установки выключателя скрытой проводки состоит в том, что для него необходимо утопить в штукатурку пластмассовую или жестяную коробку.

В сырых помещениях устанавливают герметичные выключатели. Они имеют резиновые прокладки под крышкой и сальниковые уплотнения в местах ввода провода. Широкое применение получили пакетные поворотные выключатели. Они комплектуются из отдельных пакетов для обеспечения нужного числа и схем переключений.

Необходимо помнить, что однополюсный выключатель следует всегда включать в разрыв фазного провода.

На рис. 1.7*а* показан внешний вид и устройство штепсельной розетки. Два гнезда для вилки присоединяются к сети винтовыми зажимами. В производственных помещениях применяют специальные штепсельные розетки с третьим защитным гнездом, которое

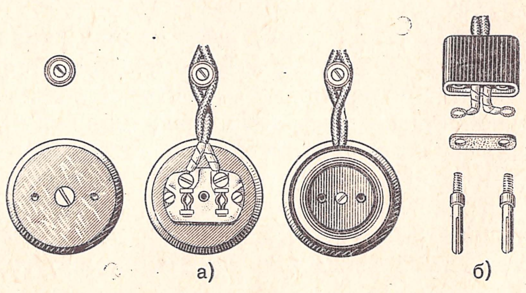


Рис. 1.7

соединено с нулевым проводом и служит для заземления корпуса переносного прибора.

На рис. 1.7*б* показана штепсельная вилка в разобранном виде. К штепсельной розетке с тремя гнездами прибор подключается при помощи вилки, имеющей три штепселя. Для безопасности вилка сделана так, что соединение заземляющего штепселя с соответствующим гнездом розетки происходит раньше, чем войдут в соприкосновение токоведущие штепсели.

Стартеры и патроны для них. Стартер (зажигатель) представляет собой газоразрядную лампу тлеющего разряда, используемую для запуска люминесцентных ламп. Отечественная промышленность выпускает стартеры трех типов: 15-20/СК-127, 30-40/СК-220, 80/СК-220. В соответствии с маркой первый стартер следует употреблять в сетях с напряжением 127 В для ламп мощностью 15—20 Вт. Буква «К» указывает на наличие под кожухом стартера конденсатора. Он устанавливается для снижения радиопомех, возникающих при работе стартера, а также для гашения дуги, вспыхивающей между электродами стартера при их размыкании. Емкость этого конденсатора равна 0,003÷0,01 мкФ. На рис. 1.8*а* по-

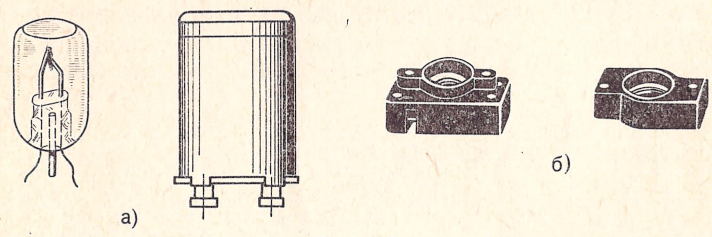


Рис. 1.8

казан стартер в разобранном и собранном виде. Колба его заполнена неоном или смесью гелия с водородом. Внутри колбы смонтированы два биметаллических электрода, расположенных на расстоянии 1—2 мм друг от друга. Стартер помещается в металлическом корпусе и укрепляется в патроне (рис. 1.8*б*).

Дроссели. Дроссель представляет собой катушку самоиндукции с ферромагнитным сердечником. В осветительной схеме дроссель включают последовательно с люминесцентной лампой для стабилизации разряда. При отсутствии дросселя ток в лампе будет нарастать лавинообразно до величины, при которой произойдет разрушение электродов. Таким образом, дроссель играет роль реактивного балластного сопротивления, ограничивающего величину тока в лампе. Кроме того, обладая сравнительно большой индуктивностью, дроссель обеспечивает за счет эдс самоиндукции возникновение импульса напряжения, зажигающего лампу. Присутствие дросселя создает в схеме лампы очень низкий $\cos \varphi$, равный 0,5÷0,6. По нормам $\cos \varphi$ в установках с люминесцентными лампами должен быть не ниже 0,95. Для компенсации действия индуктивности на вход схемы включают конденсатор.

Обычно балластные устройства, т. е. дроссели с дополнительными элементами, называются пускорегулирующими аппаратами (ПРА).

Наша промышленность выпускает значительное количество одно-, двух- и трехламповых ПРА. Выбор того или иного ПРА зависит от величины напряжения сети и мощности ламп. Например, для одной лампы мощностью 40 Вт при напряжении 220 В может быть выбран ПРА типа 1УБИ-40/220 ВП. Марка расшифровывается так: одноламповое устройство балластное, индуктивное для напряжения 220 В при мощности лампы 40 Вт, встроенное, т. е. предназначенное для размещения внутри осветительной арматуры, с пониженным уровнем помех. Индуктивное баласное устройство показано на рис. 1.9. Дроссель его состоит из двух симметричных обмоток.

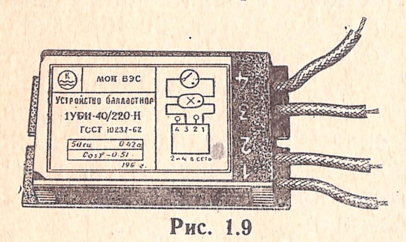


Рис. 1.9

Светильники. Светильником называется источник света в комплекте с арматурой.

На рис. 1.10 показаны некоторые из наиболее распространенных светильников с лампами накаливания: *а* — люцетта, относится к открытым светильникам, изготавливается из молочнобелого

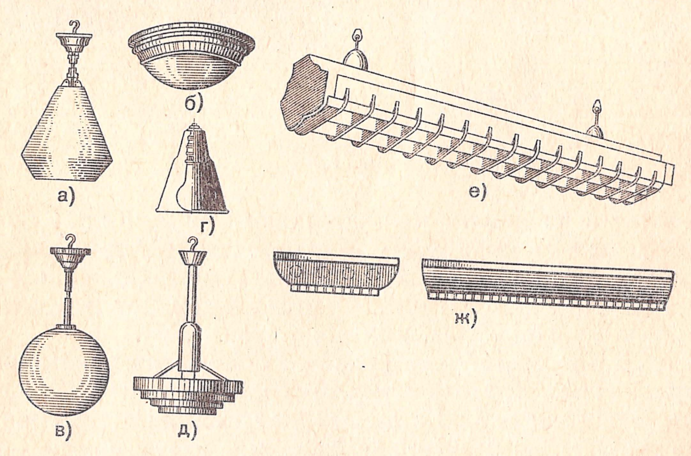


Рис. 1.10

стекла, укрепляется на потолке при помощи подвеса. Предназначен для общего освещения сухих производственных, административно-хозяйственных и учебных помещений, используется с лампами мощностью 100—200 Вт; *б* — плафон, закрытый светильник, предназначен для общего освещения помещений с небольшой высотой, укрепляется непосредственно на потолке, используется с лампами мощностью до 75 Вт; *в* — шар молочнобелого стекла — простейший закрытый декоративный светильник общего освещения, предназначен для сухих производственных, административ-

но-хозяйственных помещений; *г* — альфа, стальной, эмалированный светильник местного освещения, используется у рабочих мест с лампами мощностью до 60—100 Вт; *д* — кольцевой открытый светильник общего освещения, применяется в сухих помещениях. Удобен для использования в классах, аудиториях; *е* — светильник с люминесцентными лампами типа ОДОР (открытый диффузный с отверстиями в верхней части отражателя, с решеткой для защиты от слепящего действия лампы). Он предназначен для использования в сухих помещениях, с двумя лампами по 40—80 Вт; *ж* — люминесцентный плафон типа ПЛ для четырех ламп мощностью по 40 Вт.

Защитные устройства осветительных сетей. При перегрузках и коротких замыканиях ток, протекающий по проводам, оказывается значительно больше нормального рабочего тока. Это вызывает нагрев проводов, порчу изоляции или даже ее воспламенение, а также повреждение счетчика электроэнергии. Для предотвращения этого в цепь включают защитные устройства, которые быстро размыкают цепь, когда ток превышает допустимую величину.

В осветительных сетях применяют защитные устройства двух видов: плавкие предохранители и автоматические выключатели (автоматы).

Плавкие предохранители относятся к числу наиболее простых защитных устройств. Предохранитель закрытого типа, самый распространенный на осветительных сетях, известен под названием пробочного, рис. 1.11*а*. Устройство предохранителя в некоторой степени сходно с устройством резьбового патрона. Основными частями являются: фарфоровая пробка *1*, внутри которой находится плавкая вставка *2*, чаще всего свинцовая. Пробка ввертывается в резьбовую гильзу до упора, и плавкая вставка оказывается через нижний контакт пробки *3* подключенной к контактному винту *4*, а через металлическую резьбу пробки — к винтовой гильзе предохранителя. Для безопасности источник тока следует подключать к зажиму *5*, а электроприемники к зажиму *6*.

При возникновении в защищаемой цепи чрезмерно больших токов вставка плавится («перегорает») и ток прекращается. Цепь тока через предохранитель показана стрелками на рис. 1.11*а*. В осветительных сетях наиболее употребительными являются предохранители с резьбой Р-27. Пробки для этих предохранителей изготовляются на напряжение до 500 В с плавкими вставками на номинальные токи 6, 10, 15, 20 А. Величины токов указываются на пробках и контактных винтах. Чтобы в сеть нельзя было установить пробки на токи, большие, чем рассчитаны провода, пробки и контактные винты к ним изготавливаются разных размеров: пробка на меньший ток — длиннее, а винт к ней — короче. Поэтому, если ввернуть пробку на ток, больший указанного на контактном винте, цепь в предохранителе не замкнется, так как пробка не достанет до винта.

Пробочные продохранители уже много десятилетий применяются на осветительных сетях, так как они безопасны в обслужива-

нии, для их смены не требуется специальных приспособлений; их габариты относительно малы.

Благодаря большой тепловой инерции свинца предохранители выдерживают значительные кратковременные перегрузки по току, что обеспечивает стабильность работы сети.

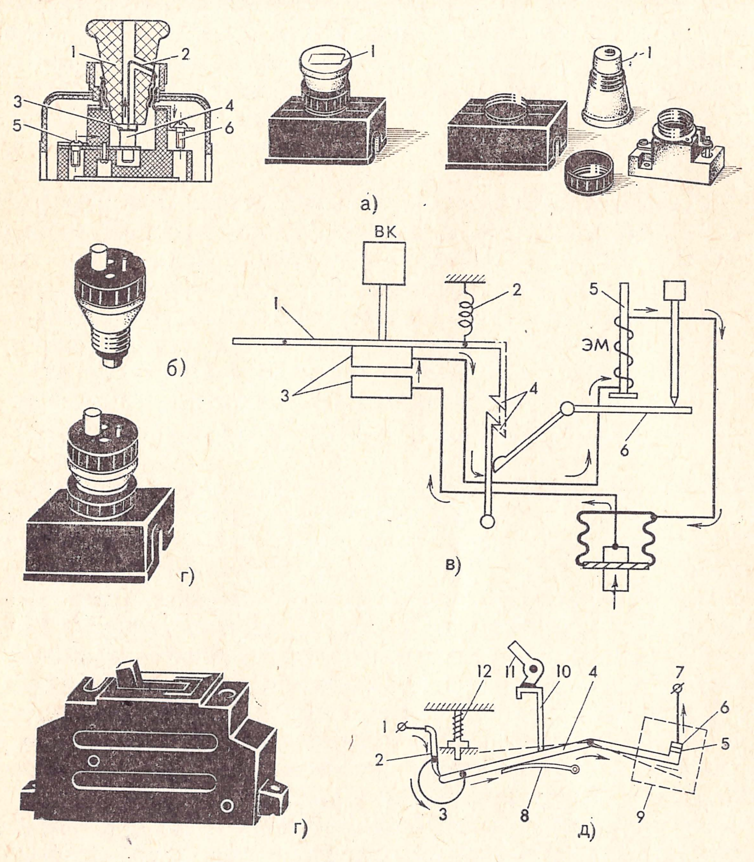


Рис. 1.11

Опыт показывает, что перегрузку относительно номинального тока ($I_н$) на 10—20% плавкая вставка выдерживает, не перегорая. При токе 1,3—1,4 $I_н$ вставка не перегорает в течение часа, при токе 1,5$I_н$ — за 30—40 с. Перегрузка в два раза вызывает перегорание вставки за 4—20 с и т. д.

Автоматические предохранители бывают двух типов: электромагнитные и тепловые. На рис. 1.11*б* показан внешний вид электромагнитного автомата на 10 А 220 В. Он собран в пластмассовом корпусе и имеет металлический цоколь Ц-27, при помощи которого ввертывается в резьбовую гильзу пробочного предохранителя.

Автомат снабжен двумя кнопками: включающей — ВК и отключающей, обычно красного цвета (на рис. 1.11*в*, справа).

Принцип действия автомата и правила пользования им легко можно уяснить, используя упрощенную кинематическую схему автомата, показанную на рис. 1.11*в*. Необходимо нажать кнопку ВК. При этом рычаг *1*, преодолевая натяжение пружины *2*, опускается и замыкает контакты *3*.

Автомат оказывается включенным последовательно в провод. Ток (см. стрелки), потребляемый токоприемниками, проходит через обмотку электромагнита ЭМ. Обратный отход рычага *1* невозможен (сцепляются зубцы *4*). Если величина тока станет чрезмерно большой, то сердечник электромагнита *5*, втягиваясь в катушку, надавит на правое плечо рычага *6*. Вследствие этого левое плечо того же рычага, двигаясь влево, расцепит зубцы *4*. Пружина *2* отодвинет рычаг *1* вверх. Контакты *3* разойдутся. Цепь тока будет разомкнута.

После устранения причины появления большого тока автомат включают нажатием кнопки ВК.

На рис. 1.11*г* показан внешний вид теплового однофазного автомата типа АБ-25 (автомат без выдержки времени при перегрузках, на ток до 25 А). Автомат собран в пластмассовом корпусе и снабжен рукояткой, при помощи которой он включается после срабатывания.

Принцип действия автомата АБ-25 можно проследить по схеме рис. 1.11*д*.

Пока ток не превышает допустимой величины, он протекает по цепи: от зажима *1* через биметаллическую пластину теплового расцепителя *2* по гибкому проводу *3*, коромыслу *4* через контакт коромысла *5*, неподвижный контакт *6*, к зажиму *7*. Когда величина тока превысит допустимую, биметаллическая пластина *2* разогреется, разогнется и освободит конец коромысла *4*. Под влиянием пружины *8* левое плечо коромысла поднимется, а правое опустится — в положение, показанное штриховой линией. Контакты *5* и *6*, находящиеся в дугогасительной камере *9*, разомкнутся. Ток прекратится. В это же время левое плечо коромысла через Г-образный рычаг *10* повернет рукоятку *11* вправо. Указатель срабатывания *12*, ранее удерживавшийся пружиной внутри корпуса автомата, под давлением левого плеча коромысла поднимется вверх. Автомат срабатывает. Когда причина чрезмерного увеличения тока будет устранена, автомат включают поворотом рукоятки *11* влево.

Эксплуатация автоматов проста, они долгие годы работают без замены.

ПРОВОДА, ШНУРЫ И КАБЕЛИ

Провода установочные. Установочными называются провода, применяемые для выполнения осветительных и силовых проводок.

АПР — провод одножильный с резиновой изоляцией. Конструкция: жила алюминиевая однопроволочная, покрыта резиной, поверх резины — хлопчатобумажная оплетка, пропитанная противогнилостным составом. Применяется для неподвижной прокладки на роликах и изоляторах в сырых и сухих помещениях.

АПРВ — провод аналогичный АПР, но вместо хлопчатобумажной оплетки покрыт полихлорвиниловой оболочкой.

ПР — провод аналогичный АПР, но имеет медную жилу.

ПРВ — провод аналогичный ПР, но вместо хлопчатобумажной оплетки покрыт полихлорвиниловой изоляцией.

ПРГ — провод аналогичный проводу ПР, но жила у него многопроволочная, гибкая. Применяется в тех случаях, когда использование провода ПР, вследствие его жесткости, неудобно.

ПРД — провод с резиновой изоляцией, двужильный. Конструкция: жила медная, многопроволочная, покрыта резиной, поверх резины — хлопчатобумажная оплетка, непропитанная. Применяется для прокладки на роликах в сухих помещениях.

ПРВД — провод аналогичный ПРД, но вместо хлопчатобумажной оплетки покрыт слоем полихлорвинилового пластиката.

ПРДШ — провод аналогичный ПРД, но вместо хлопчатобумажной оплетки покрыт оплеткой из искусственного шелка (лавсан).

ПВ — провод с полихлорвиниловой изоляцией, одножильный. Конструкция: жила медная однопроволочная, покрыта слоем пластика. Применяется для прокладки в сухих и влажных помещениях на роликах, изоляторах, скобах, в трубах.

ПГВ — провод аналогичный ПВ, но жила многопроволочная гибкая.

АПВ — провод аналогичный ПВ, но жила алюминиевая.

ППВ — провод плоский с полихлорвиниловой изоляцией, двух- и трехжильный. Жилы однопроволочные медные, покрытые пластиком. Жилы расположены в одной плоскости параллельно друг другу. В двужильном проводе жилы разделены между собой ленточным основанием из пластиката шириной 5 мм и толщиной 0,6 мм. У трехжильного провода две жилы также разделены ленточным основанием, а третья изолированная примыкает к одной из них. Применяется для неподвижной открытой прокладки.

АППВ — провод аналогичный ППВ, но жилы его алюминиевые.

АППВС — провод аналогичный АППВ, но в нем отсутствует разделительное основание между жилами. Применяется для скрытых проводок.

АПН — провод плоский изолированный найритовой (вид резины) изоляцией двух- и трехжильный. Жилы алюминиевые однопроволочные, расположены в одной плоскости параллельно друг другу, изолированы найритовой светостойкой изоляцией с разделительными канавками, по которым отделяются жилы при монтаже.

ТПРФ — трубчатый провод с резиновой изоляцией в металлической фальцованной оболочке. Количество жил 1—3. Конструкция: жилы медные, однопроволочные покрыты резиновой изоляцией. Сложенные жилы покрыты бумажной лентой (поясная изоляция) и помещены в металлическую оболочку, имеющую шов (фальц).

АТПРФ — провод аналогичный предыдущему, но с алюминиевыми жилами.

Обмоточные провода. Обмоточными называют провода, применяемые для изготовления обмоток трансформаторов, электрических машин, катушек индуктивности, реле и пр.

ПБО — провод изолированный одним слоем обмотки из хлопчатобумажной пряжи, жила медная однопроволочная.

ПБД — провод аналогичный ПБО, но изолирован двумя слоями обмотки из хлопчатобумажной пряжи.

АПБД — провод аналогичный ПБД, но жила алюминиевая.

ПШД — провод аналогичный ПБД, но изоляция из натурального шелка.

ПШКД — провод аналогичный ПШД, но вместо шелка использован капрон.

ПСД — провод изолированный двумя слоями обмотки из стекловолокна, пропитанный теплостойким глифталевым лаком.

АПСД — провод аналогичный ПСД, но жила алюминиевая.

ПЭЛ — провод изолированный лакостойкой эмалью на высыхающих маслах.

ПЭА — провод аналогичный ПЭЛ, но жила алюминиевая.

ПЭВ — провод изолированный высокопрочной эмалью из винифлекса.

ПЭВА — провод аналогичный ПЭВ, но с алюминиевой жилой.

ПЭВТЛ — провод, изолированный высокопрочной полиуретановой эмалью, повышенной теплостойкости, лудящийся.

ПЭЛБО — провод изолированный масляной лакостойкой эмалью и одним слоем обмотки из хлопчатобумажной пряжи.

ПЭЛКО — провод аналогичный ПЭЛБО, но обмотка из капрона.

ПЭЛШО — провод аналогичный ПЭЛБО, но обмотка из натурального шелка.

ПЭТСО — провод, изолированный теплостойкой эмалью и одним слоем обмотки из стеклянной пряжи.

ЛЭШО — провод обмоточный высокочастотный («литцендрат»), состоящий из 7—245 медных изолированных эмалью проволок, в одной шелковой обмотке.

ЛЭШД — провод аналогичный ЛЭШО, но с двумя шелковыми обмотками.

Монтажные провода. Монтажными называются провода, при помощи которых соединяют между собой детали телефонных аппаратов, радиоприемников и др.

МР — одножильный провод с резиновой изоляцией, жила медная однопроволочная.

МРГ — гибкий провод аналогичный МР, но жилу имеет многопроволочную.

ПМВ — провод аналогичный МР, но изоляция из полихлорвинилового пластиката.

МГВ — провод аналогичный МРГ, но изоляция из полихлорвинилового пластиката.

МГШ — монтажный гибкий провод в оплетке из полиамидного искусственного шелка.

МГСЛ — монтажный гибкий провод в оплетке из стекловолокна, лакированный.

МГЦСЛ — монтажный гибкий провод с пленочной изоляцией, в обмотке стекловолокном и в оплетке из стекловолокна, лакированный.

МГЦСЛЭ — провод аналогичный МГЦСЛ, но покрытый луженой экранирующей оплеткой.

Шнуры. Шнуром называются провода специальной конструкции, способные выдерживать многократные перегибы без повреждения.

ШТ-3 — шнур телефонный трехжильный. Токопроводящие жилы сделаны из мишурных нитей, представляющих собой тонкие медные ленточки — плющенки, намотанные на основу из волокнистого диэлектрика. Каждая жила имеет полихлорвиниловую изоляцию. Жилы скручены между собой и покрыты оболочкой также из полихлорвинилового пластиката.

Шнур применяется для соединения миркотелефонных трубок с телефонными аппаратами.

ШТС — шнур телефонный спиральный. Конструктивно аналогичен шнуру ШТ.

ШКО — шнур коммутаторный с полихлорвиниловой изоляцией в оплетке из волокнистых материалов. Применяется для соединений в телефонных и телеграфных коммутаторах.

АТСН — шнур для номеронабирателей, изолированный двумя обмотками и оплеткой из капроновых нитей. Жила состоит из семи медных проволок.

АТСИ — шнур для искателей, изолированный двумя обмотками и оплеткой из натурального или ацетатного шелка. Жила состоит из семи мишурных нитей.

ШПВ — шнур с двумя параллельно уложенными жилами в общей полихлорвиниловой изоляции. Каждая жила состоит из нескольких медных проволочек. Шнуры этого типа, с разным сечением жил применяются для абонентских громкоговорителей, для радиоприемников, телевизоров, магнитофонов и пр.

ШПРО — шнур с двумя параллельно уложенными жилами с резиновой изоляцией в оплетке из хлопчатобумажной пряжи, натурального или искусственного шелка. Шнуры этого типа с жилами разного диаметра применяются для настольных ламп, плиток, телевизоров и др.

ШВРШ — шнур с тремя жилами в резиновой изоляции, скрученными с заполнением в резиновом шланге. Применяется для бытовых приборов мощностью свыше 600 Вт в условиях, где требуется заземление.

ШРПЛ — шнур с резиновой изоляцией переносный легкий. Количество жил — две. Сверху общий резиновый шланг. Применяется для присоединения подвижных токоприемников, главным образом, бытового применения.

Кабели. Кабелем называют один или несколько скрученных вместе изолированных проводов, заключенных в защитную герметичную алюминиевую, свинцовую или полихлорвиниловую оболочку.

ВРГ — кабель силовой в полихлорвиниловой оболочке с 1—3 однопроволочными медными жилами, изолированными резиной, голый (отсутствует покрытие на оболочке). Применяется внутри помещений при отсутствии механических воздействий и при наличии агрессивных сред, например, в аккумуляторных.

АВРГ — кабель аналогичный ВРГ, но жилы алюминиевые.

СРГ — кабель аналогичный ВРГ, но оболочка свинцовая. Применяется внутри помещений, в местах не подверженных вибрациям, при отсутствии механических воздействий, в среде не действующей на свинец.

НРГ — кабель аналогичный ВРГ, оболочка найритовая.

РК — радиокоаксиальный. Состоит из медного провода, покрытого высокочастотной изоляцией, поверх которой концентрически наложен внешний плетеный провод, а затем броня. Существует большое количество кабелей этого типа с различными характеристиками.

ПАЯНИЕ

Паянием называется процесс соединения твердых металлических тел расплавленным металлом или сплавом с последующим затвердением (кристаллизацией) его. Сплавы для паяния называются припоями. Припой смачивает спаиваемые поверхности, частично их растворяет и, растекаясь, заполняет пространство между поверхностями, образуя шов.

В процессе паяния на предварительно очищенные поверхности наносят некоторое количество флюса. Флюсы служат для очищения спаиваемых поверхностей от окислов и предохранения от окисления. Благодаря этому улучшаются условия смачивания поверхностей металлов расплавленным припоем.

Припои. Припои делятся на две основные группы: легкоплавкие (мягкие), имеющие температуры плавления ниже 450°С, и тугоплавкие твердые) с температурами плавления выше 450°С. Пайка легкоплавкими припоями производится паяльником, тугоплавкими — паяльной лампой или газовой горелкой. Наибольшее распространение в электронной технике имеют легкоплавкие оловянно-свинцовые припои типа ПОС.

Наиболее распространенные марки припоев ПОС-61, ПОС-40, ПОС-30. Цифры указывают на содержание олова в сплаве (олово-

свинец, сурьма) в процентах. Температура плавления этих припоев 183°C, 235°C, 250°C соответственно.

Припой ПОС-61 лучше использовать при монтаже полупроводниковых приборов, ПОС-40 — для паяния соединений проводов, ПОС-30— свинцовых оболочек, кабелей и монтажа аппаратуры.

Удобны для паяния припои ПОС, сделанные в виде трубки, заполненной канифолью — флюсом.

Легкоплавкие припои необходимы, когда температура плавления не должна быть выше 100°C, например, при паянии печатных плат. Легкоплавкие припои имеют предел прочности при растяжении 2,8÷5,5 кгс/мм², электрическая проводимость их относительно невелика из-за большого количества свинца. Ассортимент тугоплавких (твердых) припоев велик. Распространен, например, припой ПСР-45. В его состав входят: серебро — 45%, медь — 30%, цинк — 25%. Температура плавления 720°C. Предел прочности при растяжении 30 кгс/мм²; электрическое сопротивление в несколько раз меньше, чем у ПОС.

Применяется ПСР-45 в тех случаях, когда необходимо обеспечить малое электрическое сопротивление паяльного шва, например, при пайке волноводов.

Паяльные флюсы. При паянии меди легкоплавкими припоями в качестве флюса чаще всего используют канифоль. Она плавится при температуре 60°C, а при температуре 150°C, будучи в жидком виде, растворяет окислы меди. Канифоль относится к химически мало активным флюсам, она не вызывает коррозии медных проводов и паек. Применяется твердая канифоль или ее спиртовой раствор (на две весовые части спирта одна часть канифоли). Для паяния следует использовать канифоль прозрачную, светло-желтого цвета. Такая канифоль дает меньше дыма, чем темно-красная; пайка получается лучше. Паяние стали с канифолью затруднительно, а никелированных деталей невозможно.

Весьма энергичным флюсом является хлористый цинк («паяльная кислота», «травленая кислота») — продукт реакции соляной кислоты с цинком. Хлористый цинк обеспечивает быструю доброкачественную пайку не только меди и латуни, но также и стали. Однако применение его при монтаже аппаратуры недопустимо, так как остатки хлористого цинка вызывают разъедание паек; брызги и пары его, попадая на детали прибора, вызывают ухудшение изоляции, коррозию металлических частей.

Применение хлористого цинка целесообразно, например, при паянии кожухов, шасси, при лужении наконечников проводов и т. п., когда после паяния или лужения детали можно обильно промыть горячей водой.

В электропромышленности при паянии печатных плат пользуются флюсом ЛТИ-120. Его состав: этиловый спирт 65—70%, канифоль 20—25%, диэтиламин 5%, триэтаноламин 1—2%. После пайки платы промывают в проточной воде в течение 15 мин.

При паянии тугоплавкими припоями в качестве флюса используется бура — белый порошок, которым посыпают место пайки.

Паяльники. Паяльники различают по способу нагрева и по форме. По первому признаку они делятся на четыре группы: электрические, жаровые (нагреваемые на открытом огне), бензиновые и газовые. Наибольшее распространение получили электрические паяльники. По форме различают паяльники молотковые или **Г-образные** и торцевые или прямые.

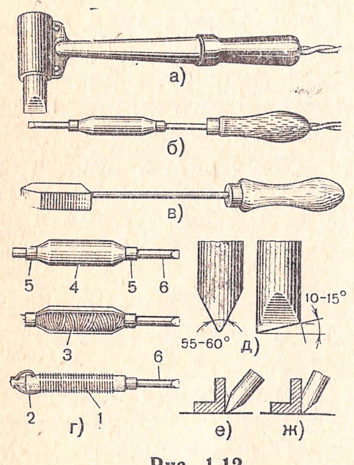


Рис. 1.12

На рис. 1.12 *а, б* показан молотковый и торцовый электрические паяльники, на рис. 1.12*в* — торцовый жаровой.

Жаровые паяльники используют только при отсутствии источника электрической энергии, например, при работе в полевых условиях. Из рис. 1.12*г* видно устройство электрического паяльника. Основная часть — нагревательный элемент (обмотка) *1* — провод из сплава высокого сопротивления (нихрома), намотанный на стальную трубку и изолированный от нее слюдой. Концы обмотки при помощи медных проволочек *2* соединяются со шнуром, который заканчивается вилкой. Нагревательный элемент сверху покрыт слоем асбеста *3* для электро- и теплоизоляции. Поверх асбеста укреплен стальной кожух *4,* состоящий из двух половинок, скрепляемых при помощи колечек *5*. В стальную трубку вставлен медный паяльный стержень *6*. Наружный конец его — рабочая часть паяльника называется жалом или носиком. Удобны паяльники, рассчитанные на низкие напряжения 12, 18, 24, 36 В. Они безопасны и долговечны, так как провод их нагревателей имеет большую толщину.

Выбор паяльника по мощности обусловливается характером работы: чем массивнее металлические детали, подлежащие подогреву, тем больше должна быть мощность паяльника. Например, для монтажа телефонного аппарата достаточен паяльник мощностью 35, 50 Вт, а для паяния скрутки на проводе ПР с сечением жилы в 1 мм — мощностью в 90 Вт.

Качество выполнения паяльных работ в сильной степени зависит от состояния паяльника. Жало паяльника должно иметь форму клина (рис. 1.12*д*). Эту форму лучше получить ковкой для создания наклепа, который замедляет растворение меди в припое и препятствует появлению раковин на жале. После этого паяльник запиливают так, чтобы его грани были гладкими, а на самом жале образовался «задний угол» (ψ) величиной 10÷15°. Такая форма жала способствует стеканию припоя в паяльный шов. Она должна сохраняться и в процессе работы с паяльником.

Запиленный или загрязнившийся паяльник необходимо залудить, т. е. покрыть тонким слоем припоя. Для этого после достаточного прогрева жало паяльника надо погрузить в канифоль, а затем провести гранью по куску припоя. Если паяльник нормально прогрет, но не залудился, необходимо все операции повторить.

При перегреве паяльника сокращается срок службы нагревательного элемента, припой интенсивно окисляется и растворяет жало паяльника, из-за чего появляются раковины, служащие помехой нормальной работе. Поэтому нельзя оставлять включенный паяльник долгое время без использования.

Вытаскивать из розетки вилку следует за ее корпус, а не за шнур, так как это приводит к нарушению контакта в вилке и к обрывам шнура. После того, как паяльник готов к работе, необходимо подготовить деталь или провод к паянию. Для этого надо зачистить до блеска ножом, наждачной бумагой или напильником и покрыть слоем флюса место, которое будет подвергнуто пайке. Никелированную деталь необходимо освободить от слоя никеля, так как окислы никеля, возникающие при нагреве паяльником, не поддаются действию канифоли. Посеребреную или луженую деталь зачищать не надо.

Далее спаиваемые места деталей необходимо залудить, т. е. покрыть тонким слоем припоя. Все это обеспечит быстрое выполнение доброкачественной пайки. Дотрагиваясь жалом паяльника до припоя, переносят его на облуживаемую поверхность. По мере прогревания припой будет растекаться по поверхности, образуя полуду. Если лужению подвергается жила провода, то паяльник необходимо медленно двигать, а жилу поворачивать.

В процессе лужения иногда приходится добавлять флюс, или окуная жало паяльника в канифоль, или перенося ее, растворенную в спирте, на место лужения.

Припой обеспечивает хороший электрический контакт, но не может прочно соединить детали механически. Поэтому механическое крепление деталей и проводов нужно обеспечить, не рассчитывая на пайку. Провод вокруг контактов должен быть плотно обжат, луженые детали механически закреплены, только после этого нужно ввести флюс и пропаять. Для получения доброкачественного соединения необходимо хорошо прогреть место пайки, прижимая паяльник к детали всей рабочей поверхностью до тех пор, пока припой не стечет с паяльника. Флюс и припой необходимо брать маленькими дозами, так как в противном случае спаиваемые поверхности будут иметь неопрятный вид.

На рис. 1.12 показано неправильное *(е)* и правильное *(ж)* положение паяльника.

Если спаиваемые поверхности деталей имеют значительную протяженность, необходимо начать с одного края и, постепенно пропаивая, двигать паяльник вдоль всей поверхности.

Хорошо выполненной пайкой следует считать такую, на которой ясно видны контуры соединенных деталей (витки, колечки, изгибы), но все щели заполнены припоем. Если оказался излишек

припоя, то его можно снять, подведя под место пайки и плотно к нему прижав хорошо нагретый паяльник.

В процессе работы детали нужно удерживать плоскогубцами или пинцетом. После того, как паяние закончено, остатки канифоли можно удалить кисточкой или ваткой, смоченной в спирте или скипидаре. Механическая прочность пайки проверяется путем покачивания пинцетом одной из спаянных деталей. Спаять две детали можно и без паяльника.

Сущность этого метода состоит в том, что обрабатываемые детали или концы проводов, соответствующим образом подготовленные, погружаются сначала в сосуд с флюсом, а затем в ванну с расплавленным припоем.

Иногда, например, при лужении медных кабельных жил, на поверхность расплавленного припоя кладут кусочки канифоли. Когда вся поверхность припоя покроется слоем расплавленной канифоли, концы жил окунают в припой, затем вынимают спаянную деталь и стряхивают излишки припоя. Паять детали таким способом удобно при массовом производстве, так как это дает лучшее качество пайки при большей производительности труда. Этим методом лудят наконечники для проводов, припаивают наконечники к проводам, а монтажные провода к контактным лепесткам.

В промышленности детали к печатным схемам припаивают волной припоя, над вершиной которой перемещается печатная плата с установленными навесными деталями.

РАБОТЫ С ПРОВОДАМИ

Снятие изоляции. С проводов, имеющих толстую волокнистую или пластмассовую изоляцию, можно ее удалять ножом. Для этого нож следует располагать почти параллельно жиле (рис. 1.13*а*), чтобы не повредить металл, так как провод в месте надреза может обломиться. Удобно снимать изоляцию специальными приспособлениями. На рис. 1.13*б* изображены клещи. Они состоят из двух скоб *1* с пластмассовыми накладками *2*. Между скобами смонтирована разводная пружина *3*. На концах скоб укреплены ножи *4*. Глубину прорезания изоляции можно регулировать при помощи винта с гайкой и контргайкой *5*.

Для снятия изоляции винт устанавливают в нужное положение, провод зажимают между ножами и поворачивают их на 180°. Изоляция прорезается по окружности, после чего, не разжимая клещей, изоляцию стаскивают с конца провода. Можно снимать изоляцию с предварительным обжиганием. На рис. 1.13*в* показан электрический обжигатель с одной нихромовой петлей, нагреваемой током низкого напряжения. Обжигатель держат в руке за рукоятку *1*. Конец провода, с которого необходимо снять изоляцию, вводят внутрь накаленной петли *2*, прижимают ее к проводу и, поворачивая последний, прожигают изоляцию до металла. После этого легко снимают ненужный кусок изоляции с жилы. Существуют обжигатели с двумя петлями, которые прожигают изоляцию одновременно со всех сторон (рис. 1.13*г*).

Эмалевую изоляцию с провода можно снимать мелкой наждачной бумагой, если диаметр провода не менее 0,1 мм. Для этого необходимо протягивать очищаемый конец провода между сложенными вдвое наждачными поверхностями, слегка сжимая последние пальцами.

Для зачистки эмалевых проводов с диаметром жил менее 0,1 мм следует нагреть провода до светло-красного цвета и затем быстро погрузить в спирт. При этом эмаль растрескивается и осыпается с жилы.

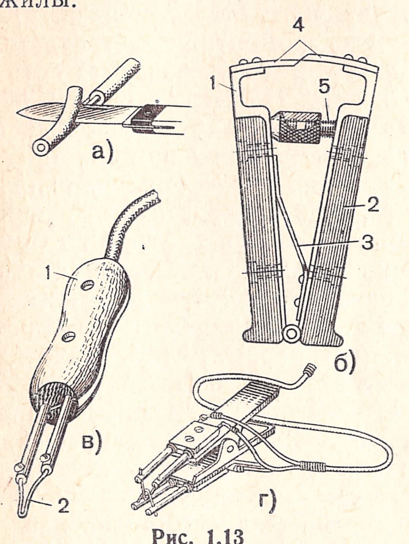


Рис. 1.13

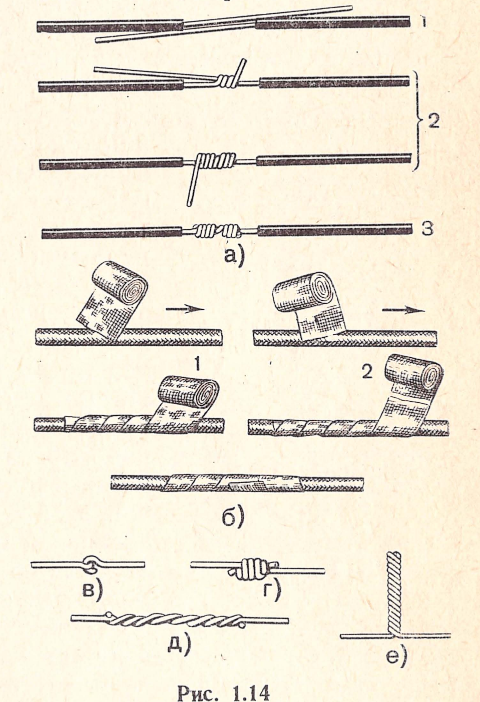


Рис. 1.14

Недостатком последнего способа является то, что он требует высоких температур. Это ведет к ожогам и отравлению продуктами сгорания изоляции.

Сращивание однопроволочных жил. Сращивают провода при помощи скруток, которых существует несколько типов. Перед выполнением скрутки концы соединяемых кусков зачищают и залуживают. Наиболее распространена русская скрутка. Она обеспечивает большую механическую прочность. Применять такую скрутку целесообразно в тех случаях, когда провод в процессе монтажа или эксплуатации испытывает сильные механические напряжения.

В тех случаях, когда механические нагрузки невелики, следует пользоваться более простыми способами соединений. На рис. 1.14*а* показаны три позиции выполнения русской скрутки: начальная *1*, промежуточная *2* и окончательная *3*. Если жила имеет малое сечение (1 мм² и менее), то скрутка может быть выполнена вручную. Витки готовой скрутки должны быть плотно сжаты.

После пайки скрутку проводов необходимо покрыть двумя слоями изоляционной ленты. На рис. 1.14*б* показаны правильный *1* и неправильный *2* способы намотки изолирующей ленты. Накладывать ее надо так, чтобы последующий повив перекрывал предыдущий на 1—2 мм. При намотке ленту следует возможно сильнее натягивать и обжимать пальцами.

На рис. 1.14 показано соединение монтажного провода при помощи колец (петелек) *в*, муфточки *г*, простой скрутки *д* и параллельной *е*. Соединение типа петелек удобно при слишком коротких концах спаиваемых деталей, концы проводов изгибают кольцом, вставляют одно в другое, плотно обжимают плоскогубцами или пинцетом, а затем пропаивают. Поскольку соединения деталей петелькой или колечком в электромонтаже встречается очень часто, нужно научиться делать петли аккуратно и быстро. На рис. 1.15 показан процесс изготовления петли на проводе с однопроволочной жилой при помощи круглогубцев. Из рисунка видно, как нужно правильно держать круглогубцы одной рукой. Петлю делают так: отступив от конца провода на длину петельки, захватывают провод плоским основанием губок и, нажимая на него пальцем (у самых губок), загибают провод под прямым углом. Затем, захватив провод за конец круглой частью губок, наворачивают его на губку. Излишек провода откусывают. Размеры получившейся петли зависят от диаметра использованной части губки. Длину загибаемой части провода нужно научиться определять на глаз. Законченная петелька должна иметь вид, показанный на рисунке.

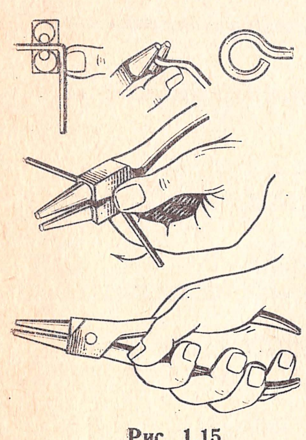


Рис. 1.15

Ответвление однопроволочных жил производят так: конец ответвляемого куска провода освобождают от изоляции и лудят. Аналогичные операции производят на куске другого провода в том месте, где следует сделать ответвление. Затем соединяемые куски располагают, как указано на рис. 1.16*а*, и, удерживая пальцами или плоскогубцами, наматывают присоединяемую жилу на ос-

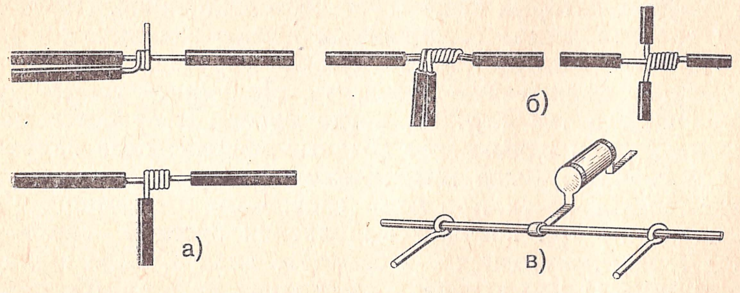


Рис. 1.16

новную. После этого место соединения пропаивают и покрывают изоляционной лентой.

Аналогично выполняются два ответвления от одного провода, только при изготовлении соединения следует наматывать вместе две присоединяемые жилы. При необходимости провода разводят.

Выполнение соединения проводов и деталей на однопроволочном неизолированном монтажном проводе ясно из рис. 1.16*в*.

Сращивание многопроволочных жил. На рис. 1.17*а* показан процесс сращивания жил провода ПРД в замок. Концы жил освобождаются от изоляции. Примерно на расстоянии двух сантиметров от конца отрезанной изоляции отдельные проволоки раскручивают и отгибают *(1)*. Для того чтобы соединение не получилось излишне толстым, несколько проволок из середины можно удалить. После этого жилы вдвигают одна в другую так, чтобы нераскрученные части сошлись встык *(2)*. Затем концы отогнутых проволок следует навить ровным слоем в одну проволоку *(3)*, обжав соединение плоскогубцами. В готовом виде такое соединение показано на рис. 1.17*а* *(4)*.

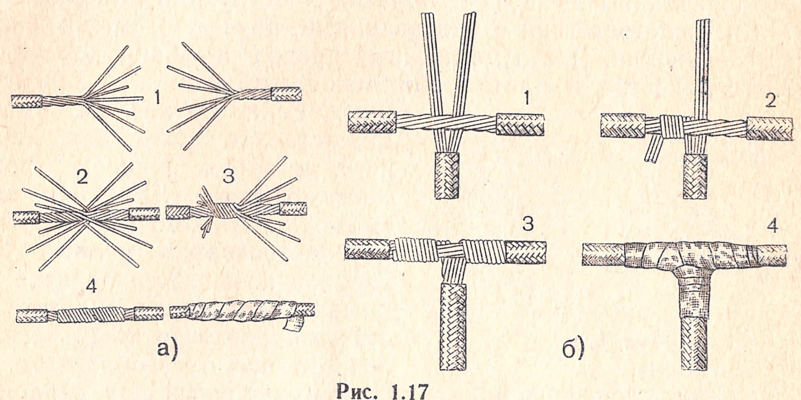


Рис. 1.17

Лудить отдельные проволоки перед выполнением соединения нельзя, так как они от лужения становятся жесткими.

Ответвление многопроволочных жил. На рис. 1.17*б* показаны последовательные операции изготовления ответвления от жилы провода ПРД. Последовательность выполнения простка такова. На жиле, от которой делается ответвление, снимается изоляция и проволоки зачищаются до блеска. Лудить их не следует по причине, указанной выше. Затем проволоки раздвигаются при помощи отвертки так, чтобы в середине жгута получилась щель (расщеп). У приращиваемой жилы снимается изоляция с конца, проволочки зачищаются до блеска и просовываются в расщеп. После этого основная жила скручивается до исчезновения расщепа. Далее проволочки приращиваемой жилы делятся на две пряди, «разлопачиваются», т. е. располагаются в одной плоскости *1* и наматываются

ровными рядами в один слой. Одна прядь наматывается по одну сторону от середины отростка, другая — по другую (*2* и *3*).

В готовом виде сросток показан на рис. 1.17*б* (*4*).

Закрепление проводов на контактах. Как правило, детали, используемые в электромонтаже (трансформаторы, конденсаторы, резисторы, малогабаритные выключатели и пр.), имеют специальные выводные контакты, выполненные в виде лепестков, штырьков, шинок, проволочек и т. п., предназначенных для соединения пайкой. Перед пайкой провод обязательно должен быть закреплен на контакте механически. Способы закрепления монтажного провода различны из-за разнообразия конструкций выводных контактов и в соответствии с требованиями, предъявляемыми к прочности соединения. Часто монтажный провод обвивают вокруг контактного лепестка и плотно обжимают пинцетом или плоскогубцами. Если на лепестке имеется отверстие, то провод вставляют в него, а затем обвивают вокруг лепестка (рис. 1.18*а*) или укладывают вдоль него (рис. 1.18*б*).

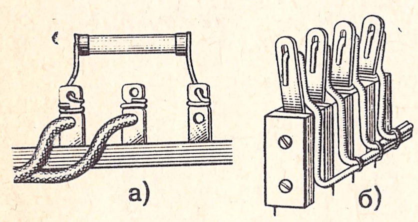


Рис. 1.18

Электросварка медных жил. Сваркой называется процесс соединения деталей в результате местного нагревания их до расплавленного или тестообразного состояния. Для лучшей сварки металлов в сварочный шов добавляют присадочный металл и флюс. Сваркой обеспечивается прочное однородное соединение с малым электрическим сопротивлением. Для нее не требуются дорогостоящие припои, но необходимо более сложное оборудование и более высокие температуры, чем при пайке.

Электросварку медных жил можно произвести при помощи плоскогубцев, присоединенных к одному зажиму источника тока (рис. 1.19*а*) и угольного электрода, укрепленного в держателе (рис. 1.19*б*) и подсоединенного к другому зажиму источника. Зачищенные до блеска концы свариваемых жил скручивают и зажимают плоскогубцами (рис. 1.19*в*). После этого торец соединения жил прикладывают к угольному электроду. Так как замыкается цепь тока, то возникает дуга и медь оплавляется. На торце соединяемых жил образуется наплыв, обеспечивающий хорошее соединение. Сварку производят без флюса. От трансформатора поступает напряжение 6—9 В при токах 100—200 А.

Для обеспечения техники безопасности ручки плоскогубцев и держатель должны иметь надежную изоляцию, а глаза сварщика — защищены темными очками.

Сварку можно также производить, пользуясь двумя угольными электродами (рис. 1.20).

Опрессовка медных жил. Опрессовка применима как при выполнении сростков, так и при выполнении отростков. Производится она при помощи клещей, снабженных двумя входящими друг в

друга гребенками (рис. 1.21*а*). Концы соединяемых проводов освобождают от изоляции на 20 мм, жилы зачищают до блеска. Затем концы жил складывают вплотную один к другому, обертывают

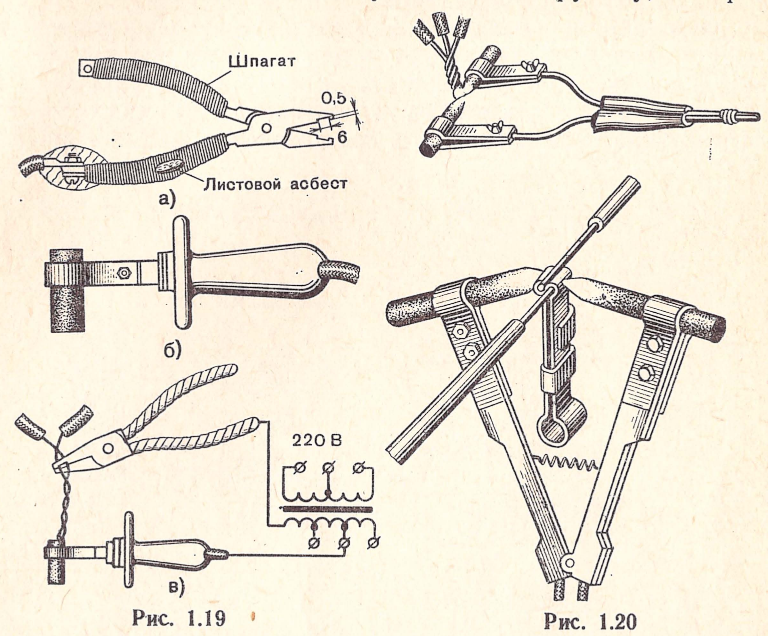


Рис. 1.19

Рис. 1.20

двумя слоями тонкой медной фольги или вставляют в медную гильзу. После этого сложенные жилы вкладывают в зев клещей между гребенками и, сжимая рукоятки, опрессовывают сросток (рис. 1.21*б*).

Качество соединения контролируется внешним осмотром: фольга или гильза не должны иметь разрывов. Лучше место соединения покрыть лаком.

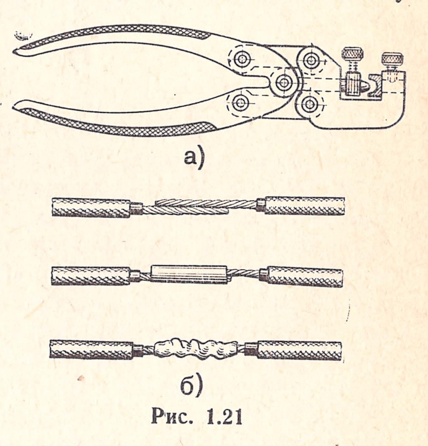


Рис. 1.21

Механические соединения медных жил. Механическими соединениями называются такие, в которых электрический контакт между проводниками создается упругими силами. Применяются такие соединения при подключении проводов к электромонтажной арматуре (выключателям, штепсельным розеткам и пр.), к электроизмерительным приборам, к электрическим машинам и др., оборудованию. Механические соединения предусматривают возможность быстрой разборки. Они осуществляются при помощи винтов, болтов, гаек, зажимов в самом различном конструктивном оформлении.

Недостатки механических соединений — повышенное сопротивление соединения по сравнению с пайкой или сваркой, возможность ухудшения контакта из-за самоотвинчивания, необходимость надзора за состоянием соединений.

Для выполнения механического соединения необходимо оконцевать жилу. Концу жилы можно придать форму пестика (тычок), петельки (колечко) или присоединить к нему наконечник.

Если конец жилы должен быть вставлен в отверстие и зажат там винтом (рис. 1.22*а*) или же предназначен для соединения с

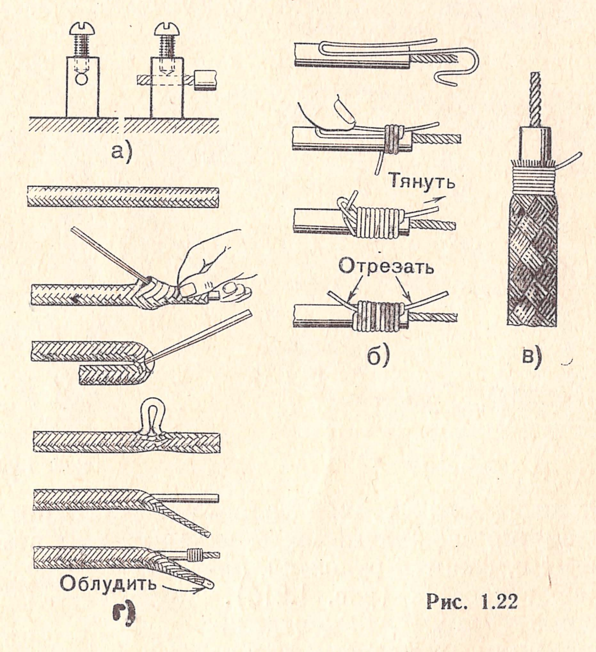


Рис. 1.22

контактным лепестком, то применяется оконцевание пестиком.

Для этого с конца однопроволочной жилы снимается изоляция на 1,0—1,5 см. Жила зачищается до блеска.

Для изготовления пестика на многопроволочной жиле необходимо отдельные проволочки зачистить до блеска и плотно скрутить. Пропаивать пестик не целесообразно, так как проволочки, обладая упругостью, плотнее прижимаются к винту, уменьшая этим сопротивление контакта и предотвращая самоотвертывание винта. В проводах с волокнистой изоляцией (оплеткой, обмоткой) при этом необходимо принять меры для укрепления ее на месте среза. Делается это различными способами. Например, на проводе типа ПР, где обмотка обладает липкостью, достаточно обжать срез изоляции пальцами. При оконцевании пестиком провода ПРД срез изоляции покрывается липкой изоляционной лентой. Оплетка и обмотка шнуров и проводов с многопроволочными жилами также нуждается в закреплении.

Волокнистая изоляция шнуров, применяемых для настольных ламп, микротелефонных шнуров, закрепляется при помощи оклетневки. Способ наложения оклетневки показан на рис. 1.22*б*. Перед **наматыванием нитки** изоляцию провода надо подтянуть в сторону пестика. Иногда целесообразно предварительно обернуть конец провода тонкой лакотканью так, чтобы она покрыла изоляцию провода на 10—15 мм и жилу на 3—4 мм. В многожильном проводе удобно оклетневку делать нитками разного цвета, что позволяет различать отдельные жилы. В этом случае оклетневку называют наложением марки. Оплетка экранированного провода часто делается из луженых проволок. При оконцевании такого провода на оплетку нужно наложить бандаж. Для этого тонкий медный луженый провод наматывается вплотную (виток к витку) и припаивается к экранной оплетке. Если потускнели провода оплетки, их необходимо зачистить, не повреждая полуды. Паять надо быстро, хорошо нагретым паяльником, чтобы не перегреть изоляцию, находящуюся под экранной оплеткой. Конец провода бандажа можно использовать для заземления экрана (рис. 1.22*в*).

Другой способ оконцевания экранированного провода показан на рис. 1.22*г*. Пряди экранной оплетки, отступя на некоторое расстояние от конца провода, раздвигают шилом или пинцетом и через образовавшееся отверстие вытягивают конец жилы вместе с изоляцией. Освободившийся конец экранной оплетки стягивают в косицу и пропаивают. При необходимости на обнажившуюся изоляцию жилы накладывают оклетневку.

Оконцевание петелькой (колечком) применяется в тех случаях, когда провод к аппаратуре присоединяется при помощи болта с гайкой или винта. Петельку однопроволочной жилы всегда следует подкладывать под гайку или винт так, чтобы направление ее изгиба совпадало с направлением завертывания винта или гайки (рис. 1.23*а*), чтобы петелька не разворачивалась при затягивании. Между петелькой и головкой винта (гайкой) необходимо положить шайбу. Она увеличивает площадь контакта и, кроме того, при завертывании винта шайба пружинит, предотвращая в дальнейшем ослабление контакта. Иногда вместо обыкновенных шайб применяют пружинные или ставят не одну, а две шайбы, зажимая провод между ними. В некоторых видах аппаратуры используют наборный зажим, показанный на рис. 1.23*б* в собранном и разобранном виде.

Процесс изготовления петельки на многопроволочной жиле показан на рис. 1.23*в*.

Конец жилы освобождается от изоляции на 3—5 см. Проволочки зачищаются до блеска. На самом конце проволочки разлопачиваются на длине 1—2 см и с помощью круглогубцев изготавливается петелька. Разлопаченные концы обертываются вокруг жилы ниже петли и плотно обжимаются плоскогубцами. Рекомендуется после этого намотанные проволочки пропаять. Самое колечко пропаивать не следует для обеспечения упругих сил, увеличивающих самоотвертывание и проводимость соединения.

Концы однопроволочных проводов сечением больше 10 мм², многопроволочных — более 2,5 мм², а также концы некоторых шнуров для присоединения к аппаратуре снабжаются наконечниками (рис. 1.23г). Соединяются жилы с наконечником пайкой, сваркой или опрессованием.

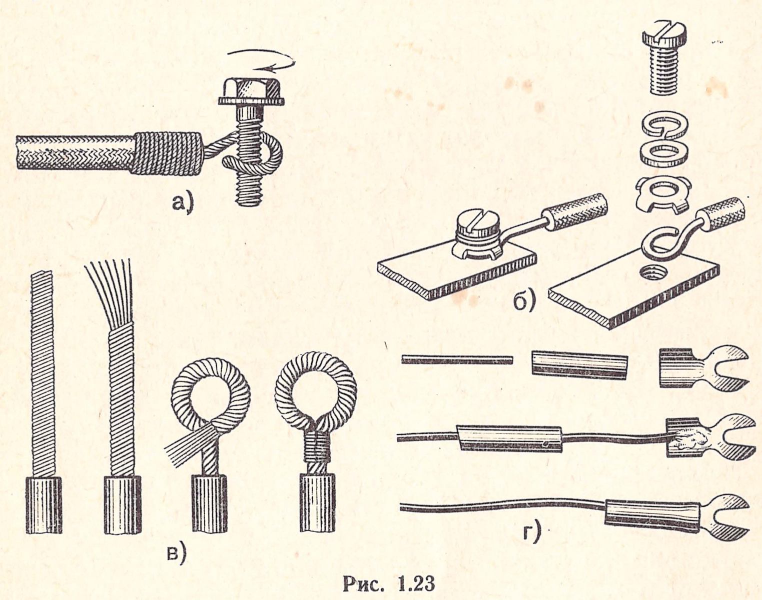


Рис. 1.23

Особенности работы с алюминиевыми проводами. В настоящее время провода с алюминиевыми жилами получили большое распространение, а в электропроводках даже почти вытеснили провода с медными жилами. Алюминий дешевле меди, стоек к атмосферной коррозии, легок, пластичен. Вместе с тем, по сравнению с медью, алюминий имеет ряд недостатков. Удельное электрическое сопротивление его в 1,7 раза больше, поэтому допустимые токовые нагрузки составляют только 77% от нагрузок проводов медных. Механическая прочность алюминия значительно ниже, чем меди, поэтому при многократных перегибах алюминиевая жила ломается быстрее. Особое свойство алюминия — почти моментальное появление пленки окиси. Эта пленка имеет температуру плавления около 2000°С, устойчива против растворителей и затрудняет паяние и сварку. Кроме того, пленка является диэлектриком, что сильно увеличивает электрическое сопротивление механических соединений алюминиевых проводов. При низких напряжениях ток может вообще прекратиться.

Температура плавления алюминия 658°С (у меди 1083°С). Удельная теплоемкость алюминия в 2,5, а удельная теплота плавления в 2 раза больше, чем у меди. Это вызывает значительно большие затраты теплоты при паянии и сварке.

Алюминий очень быстро переходит из пластического состояния в жидкое, из-за чего сварку и пайку алюминиевых жил вести непросто. Алюминиевые жилы легче всего соединять скруткой, опрессовкой, а также применением соединительных гильз. При этом концы жил зачищают стальной щеткой, а соединительную гильзу заполняют цинко-вазелиновой или кварцево-вазелиновой пастой для образования контактов между внутренней поверхностью гильзы и жилами. Способы оконцевания, приемы закрепления изоляции и механических соединений такие же, как и у медных проводов.

Следует помнить, что неплотный контакт на алюминиевых проводах может служить причиной полного разрыва цепи, вследствие большого сопротивления окисной пленки. Поэтому присоединение алюминиевых жил к контактным зажимам должно производиться обязательно с применением пружинных шайб или наборных зажимов, показанных на рис. 1.23*б*.

СХЕМЫ ЭЛЕКТРОПРОВОДОК

В практике монтажа осветительных установок часто пользуются специальными монтажными схемами в однолинейном изображении. В таких схемах любое количество жил, идущих к потребителю электроэнергии, изображается одной линией. Число жил (больше двух) отмечается поперечными черточками, а присоединения к приборам детально не отображаются. По такой схеме в помещении удобно проложить провода и расположить приборы. Однолинейная схема приведена на рис. 1.24*а*, а на рис. 1.24*б* — многолинейная схема тех же соединений наиболее распространенных осветительных установок, причем отдельные участки обеих схем обозначены одинаковыми цифрами. В соответствии с правилами техники безопасности выключатели и переключатели ставят в разрыв фазного провода, чтобы отключенный прибор не находился под напряжением относительно нулевого провода и соответственно земли.

Схемы 1.24*а, б* элементарно просты и не требуют специальных пояснений. Схема *в* показывает включение люминесцентной лампы. После замыкания выключателя все напряжение сети оказывается приложенным к газовому промежутку стартера. В пространстве между его электродами возникает тлеющий разряд. По цепи, указанной стрелками, пойдет небольшой ток, так как сопротивление газового промежутка стартера сравнительно велико, однако этот ток достаточен для нагревания электродов стартера. Изгибаясь от нагрева, электроды соединятся между собой. Сопротивление цепи резко уменьшается, ток возрастет и окажется достаточным, чтобы сильно нагреть электроды лампы. Длительность прохождения этого тока определяется временем, в течение которого электроды стартера остаются замкнутыми. К концу этого времени катоды хорошо прогреются и начнут эмиттировать электроны, исчезнет разряд в газе, электроды стартера начнут остывать, выпрямятся и разомкнут цепь. Разрыв цепи при наличии в ней дросселя повлечет за

собой возникновение мгновенного импульса напряжения с амплитудой 450 В при напряжении сети 127 В и 650 В — при напряжении сети 220 В. Под влиянием этого импульса в смеси паров ртути с аргоном начинается разряд между электродами лампы, который продолжается и при «нормальном» напряжении сети. Разряд в

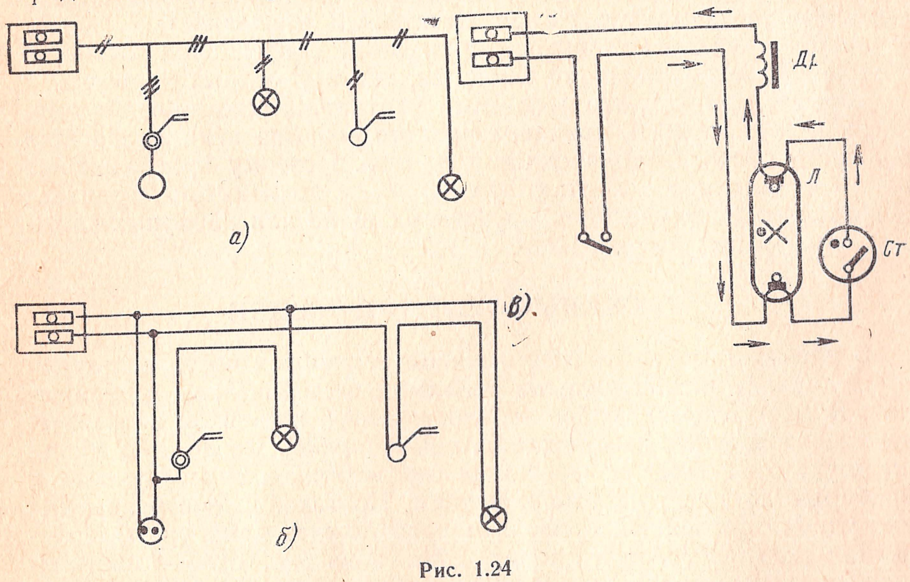


Рис. 1.24

парах ртути создает ультрафиолетовое излучение. Оно воздействует на люминофор и вызывает его свечение уже в видимом спектре (фотолюминесценцию).

Зажигание лампы не всегда происходит сразу, так как стартер может разорвать цепь в такой момент, когда напряжение сети переменного тока мало, и лампа не загорится. В этом случае стартер автоматически будет повторять процесс зажигания. По ГОСТ зажигание лампы должно произойти не более чем через 10 с после включения. Во время горения лампы стартер не работает, так как напряжение на горящей лампе, а значит, и на стартере, включенном параллельно, приблизительно равно половине напряжения сети, вторая половина приложена к дросселю. Разогрев ее электродов поддерживается кинетической энергией положительных ионов и электронов, бомбардирующих электроды.

ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ ОТКРЫТЫХ ПРОВОДОК

Все внутренние и наружные электропроводки выполняются в соответствии с правилами устройства электроустановок (ПУЭ). Внутреннюю электропроводку можно выполнить открытой, т. е. по поверхности стен и потолков, и скрытой в стенах, потолках, пере-

крытиях. Перечислим необходимые правила выполнения открытых проводок.

1. Провода следует прокладывать наиболее коротким путем параллельно архитектурным и строительным линиям и так, чтобы они меньше выделялись на фоне стен и потолка.

2. На потолке провода следует прокладывать перпендикулярно плоскости окон, чтобы исключить тени.

3. Они должны быть доступны для осмотра и ремонта.

4. По стенам провода следует прокладывать на высоте, недоступной без применения лестницы, по возможности ближе к потолку.

5. Провода, проложенные параллельно полу на высоте меньше 2,5 м, должны быть защищены трубами, желобами и пр.

6. Цвет оболочки проводов нужно подбирать под цвет потолка и стен.

7. По возможности провода следует располагать на теневой стороне помещения.

8. Сростки и отростки на проводах не допускается выполнять холодной скруткой.

9. Если нельзя избежать перекрещивания проводов, то на месте перекрещивания следует усилить изоляцию каждого провода, обматывая их изоляционной лентой или заключая в трубки.

10. Места соединений и ответвлений проводов не должны в процессе эксплуатации испытывать натяжение, т. е. их нельзя располагать в промежутке между точками крепления провода.

11. Токовые нагрузки на провода не должны превышать установленных норм. Для проводов с резиновой или полихлорвиниловой изоляцией с медными или алюминиевыми жилами, проложенных открыто, установлены нормы, приведенные в табл. 1.2.

ТАБЛИЦА 1.2

Суммарное сечение жилы, провода, мм²		0,5	1	1,5	2,5	4	6
Допустимый ток, А	Медь	10	15	20	27	36	46
	Алюминий	—	—	—	20	28	35

Примечание. Провода с алюминиевыми жилами сечением меньше 2,5 мм² не изготовляются.

12. Сопротивление изоляции вновь смонтированных проводов на участках между двумя последовательно установленными предохранителями или за последними предохранителями должно быть не менее 500 000 Ом.

13. При эксплуатации проводок и после капитального ремонта сопротивление изоляции не должно быть менее 1000 Ом $\times U_{раб}$В.

Перед измерением сопротивления изоляции оба провода следует отключить от общей сети, удаляя пробки или выключая авто-

маты. Необходимо отключить все токоприемники, а выключатели включить.

Принцип измерения сопротивления изоляции проводов основан на измерении очень слабых токов, протекающих через изоляцию под влиянием известного напряжения. Измеряется сопротивление изоляции при помощи специального прибора — мегомметра, например, типа М-1101. Внешний вид его показан на рис. 1.25*а*. Мегом-

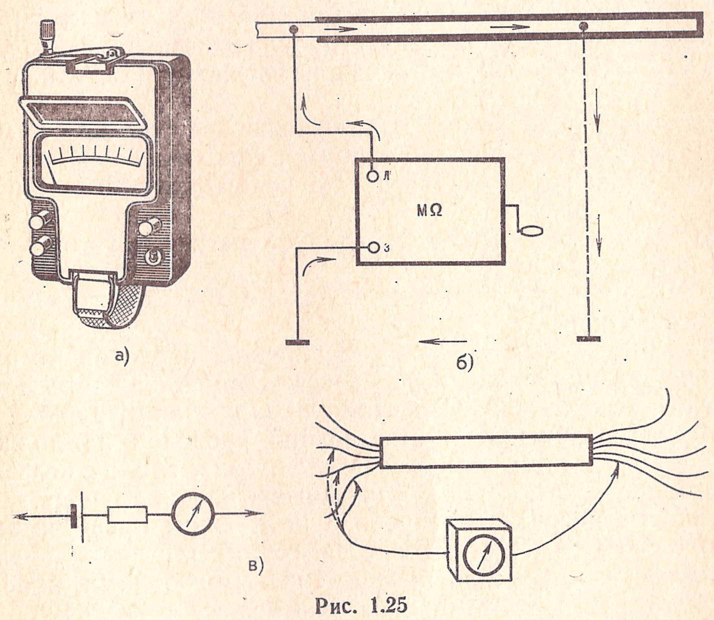


Рис. 1.25

метр содержит генератор, якорь которого приводится во вращение ручкой, и измерительный стрелочный прибор, показания которого практически не зависят от неравномерности вращения ручки, отсчитываются по положению стрелки прибора.

Включение мегомметра М-1101 при измерении сопротивления изоляции одного провода относительно земли показано на рис. 1.25*б*. Необходимо клемму «линия» соединить с жилой провода, переключатель шкал поставить в положение «М». Далее, вращая ручку прибора, снять показания шкалы «М». Сопротивление изоляции должно быть равно или больше нормированной величины. В противном случае провод подлежит замене. Аналогично измеряется сопротивление изоляции между двумя проводами, сопротивление изоляции трансформатора или другого прибора относительно земли и т. п.

Осветительную арматуру устанавливают на деревянных розетках, для штепсельных розеток и выключателей применяют деревянные (их иногда называют подрозетниками) розетки диаметром 55 мм, для патронов (стенных и потолочных) — диаметром 75 мм. Деревянные розетки закрепляют шурупами длиной 30—50 мм, диа-

метром 4,5 мм, а уже к ним прикрепляется арматура шурупами длиной 25 мм.

Арматуру на штукатуренных поверхностях устанавливают на деревянных розетках. Расстояние от деревянной розетки до ролика должно быть 3—4 см. Сама деревянная розетка укрепляется одним шурупом, ввертываемым в ее центр, или приклеивается полимерным клеем.

На неоштукатуренных поверхностях выключатели, штепсельные розетки можно укреплять и без деревянных розеток при помощи шурупов или приклеиванием, повышающим производительность труда в 2—3 раза.

При монтаже светильников, подвешиваемых на потолке, провод прокладывается по потолку до верхней (потолочной) розетки. Здесь он соединяется с проводом, которым арматура обычно заряжается на заводе.

Для выявления фазного провода или зажима при подсоединении арматуры пользуются индикатором типа ИНН-1 или контрольной лампой. Очень часто при монтаже проводки возникает необходимость на конце пучка проводов выбрать один необходимый для присоединения к прибору. Это можно сделать при помощи пробника. Схема элементарного пробника приводится на рис. 1.25. Он состоит из батарейки, напряжением 2—3 В, и соединенного с ней последовательно измерительного прибора или даже миниатюрной лампочки. Обычно вся цепь монтируется в одном корпусе, из которого выводят два гибких провода, заканчивающихся металлическими щупами с заостренными концами. Если их замкнуть, то стрелка прибора отклонится или вспыхнет лампочка.

Перед подключением пробника провода на каждом конце пучка следует развести в стороны. Предположим, что на нижнем конце пучка надо найти провод. Для этого один щуп пробника соединяют с этим проводом на верхнем конце пучка, а другим щупом поочередно касаются проводов нижнего конца пучка. Отклонение стрелки или свечение лампочки показывает второй конец провода.

Пробник нужно оберегать от случайного попадания на него сетевого напряжения. Если это произойдет, пробник будет поврежден. Вместо пробника можно применить контрольную лампу, а в качестве источника тока использовать сеть. Проверка проводов током очень часто называется прозвонкой.

Последовательность работ при монтаже открытой проводки.

1. Разметить:

— места установки выключателей, штепсельных розеток, светильников и др. элементов;

— направления прокладки проводов (или труб с проводами);

— места прохода проводов через стены;

— места крепления проводов и установки коробок.

2. Подготовить места крепления проводов.

3. Проделать необходимые сквозные отверстия. Установить коробки.

4. Проложить провода, сделать сростки.

5. Оконцевать провода, установить электроприемники, присоединить к ним провода.

6. Установить токораспределительный щиток и счетчик.

7. Присоединить проводку к источнику тока.

Рассмотрим работы по пунктам 1, 2, 3, 4. Сведения об остальных операциях приводятся при описании проводок различных типов.

Разметка мест установки выключателей, штепсельных розеток, светильников производится на основании рабочих чертежей. Если нет специальных указаний, то места установки выключателей следует намечать на высоте 1,5—1,7 м от пола у входа в помещение на таком месте, где он не будет закрываться открывающейся дверью. Место выключателя пометить мелом. Штепсельные розетки размещают обычно в простенках на высоте 0,8—1,2 м от пола.

Существуют штепсельные розетки с крышками, которые разрешается устанавливать вблизи пола. Провода к ним подводятся под плинтусом.

Разметка мест установки светильников производится при помощи отбойного шнура. Плотный, крепкий шнур натирают мелом и натягивают на полу из угла в угол по диагонали, затем оттягивают за середину и отпускают. На полу «отбивается» линия. Аналогично отбивают вторую диагональ. Точка их пересечения и даст центр комнаты. После этого, удерживая отвес под потолком, переносят полученную точку на потолок.

Разметка направлений прокладки проводов. При выполнении этой операции необходимо выполнять пункты 1, 2, 3, 4, 5, 6 Правил выполнения и эксплуатации открытых проводок, строго ориентируясь при этом на дверные и оконные проемы, карнизы, рисунок обоев и т. п. Для этого применяют также отбойный шнур, отвес и др. разметочные приспособления, например, рамку с шестом. Отвес применяют и для наметки вертикальных направлений, используя его шнур как отбойный. Опытный монтер разметочные линии не отбивает, а использует натянутый шнур отвеса для определения вертикального направления.

На рис. 1.26*а* показана рамка с шестом, которая упрощает процесс отбивания линий на стенах и на потолке. Удерживая рамку за шест *1*, прижимают ее к потолку или стене, и затем отбойным шнуром *2*, натянутым на рамку, с помощью шнура *3* отбивают линию.

Разметку мест прохода проводов сквозь стены следует делать в таком месте, чтобы провода (или трубы) при вводе в проход не изгибались.

Разметка мест крепления проводов и мест установки распределительных коробок. Следует различать концевые (обязательные) крепления проводов и промежуточные. К концевым креплениям относятся крепления у арматуры, у распределительных коробок, на поворотах, у проходов сквозь стены, на ответвлениях (если они выполняются без коробок). Промежуточные крепления делают между концевыми на равных расстояниях, причем сначала намечают

места обязательных, а затем промежуточных креплений. Последние размечают на глаз или лучше деревянным циркулем (рис. 1.26б), который позволяет с пола намечать отрезки на потолке и стенах.

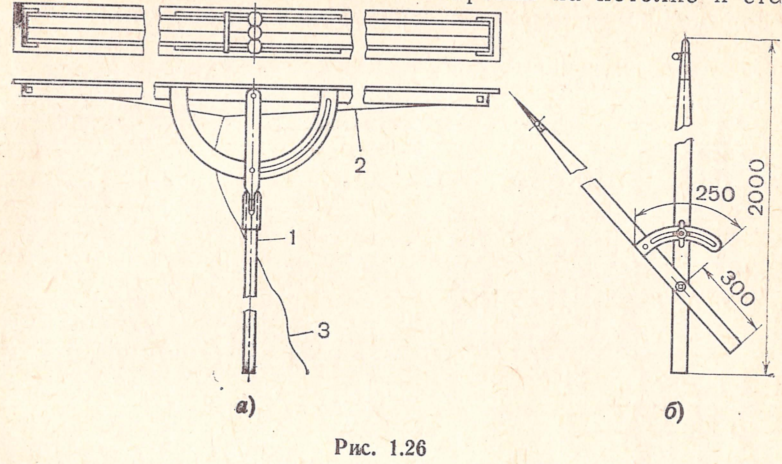


Рис. 1.26

Распределительные коробки ставятся в местах ответвлений, соединений проводов и кабелей, подвеса светильников, на длинных участках проводки.

Подготовка мест крепления проводов. В настоящее время провода открытых проводок чаще всего укрепляются при помощи роликов и скоб.

На деревянных поверхностях ролики и скобы и другие детали закрепляют шурупами с полукруглой головкой. Отверстие предварительно накалывается шилом, а нарезная часть шурупа смазывается мылом или тавотом. Укрепить ролики и скобы на кирпичных и бетонных стенах значительно труднее. Традиционным способом укрепления является использование спиралей. Стальную или алюминиевую проволоку наматывают на шуруп так, чтобы первый слой ее лег точно по нарезке. После этого проволоку свивают в два ушка и закрепляют в верхней части шурупа, как показано на рис. 1.27*а*. Затем при помощи зубила или трехперого пробойника в стене (или потолке) вырубают гнездо. Оно должно быть на 2—3 мм шире спирали и на 3—5 мм длиннее той части шурупа, которая должна войти в стену. Далее приготовляют алебастровый раствор небольшими порциями, так как он очень быстро затвердевает. Для этого используют гипсовку — резиновую чашку, которую можно смять и быстро очистить от затвердевших остатков раствора. Раствор приготовляют так: сначала наливают воду, затем сыплют алебастр. Непрерывно помешивая, добиваются, чтобы он получил консистенцию сметаны.

При помощи мастерка или шпателя берут небольшое количество раствора и заполняют им вырубленное ранее гнездо, заранее его увлажнив. В незатвердевший алебастр вдавливают спираль с шурупом. Она должна полностью погрузиться в раствор. Выдавлен-

ный раствор подбирают заподлицо со стеной. Начальное затвердевание (схватывание) алебастра происходит через 4—6 мин. Чтобы шуруп легко проворачивался в спирали, его после установки и застывания алебастра следует отвернуть на 1—2 оборота.

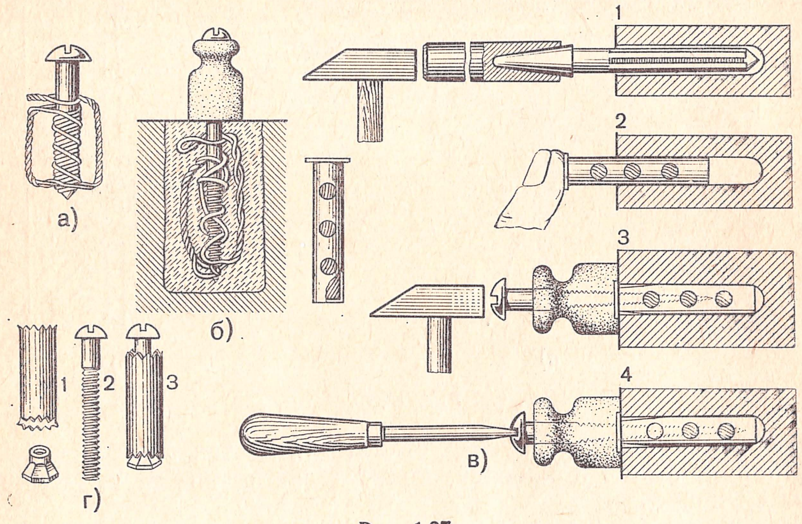


Рис. 1.27

Привертывание деталей, например, ролика к спиралям, посаженным на алебастр, можно выполнять минут через 20—30 (рис. 1.27*б*). Алебастровый раствор очень быстро затвердевает, поэтому заготавливать его надо не более чем за 5—6 мин до работы.

В тех случаях, когда на каменной стене или потолке необходимо установить агрегат, имеющий большую массу, например, токораспределительный щиток, светильник с люминесцентными лампами и пр., спирали закрепляют раствором с добавлением цемента. Смешивают одну часть цемента с 2—3 частями песка и затем добавляют в смесь воду до получения густой сметанообразной массы. Затвердевание такого раствора происходит значительно дольше, чем алебастра (10—12 ч), а окончательную прочность он приобретает через 28 суток. Для ускорения процесса затвердевания при производстве электромонтажных работ в цементный раствор можно добавлять жидкое стекло, в количестве 0,5 л на ведро раствора, но это несколько уменьшает прочность затвердевшего раствора цемента.

В настоящее время широко применяют крепление в каменных стенах при помощи различных самозакрепляющихся деталей, называемых закрепами или дюбелями. На рис. 1.27*д* слева показан дюбель с волокнистым наполнением — это металлическая гильза, внутрь которой впрессован волокнистый материал (пенька и пр.).

В стене подготавливается цилиндрическое гнездо такого диаметра, чтобы дюбель входил в него с трением. Гнездо делают спе-

циальными пробойниками или высверливают электродрелью. Обычные стальные сверла для работы по кирпичу и бетону непригодны, поэтому применяют сверла, оснащенные пластинками твердых сплавов типа ВК2 или ВК6.

На рис. 1.27 справа показаны последовательные операции укрепления деталей при помощи дюбеля. Дюбель вставляют в гнездо с небольшим усилием (рис. 1.27*в*), в него вводят конец шурупа, пропущенного через ролик, и слегка ударяют по головке шурупа молотком. От этого волокнистый наполнитель перемещается в глубину гильзы. Она расширяется и заклинивает дюбель в гнезде. Потом шуруп ввертывают в гильзу до конца, и она еще сильней заклинивается в гнезде, прочно закрепляя ролик.

В практике применяются дюбели с распорной гайкой (рис. 1.27*г*). Такой дюбель состоит из трех частей: цилиндрического корпуса, распорной конусной гайки *1* и винта *2*. Корпус дюбеля вставляют в подготовленное гнездо гайкой внутрь и легкими ударами молотка загоняют в стену. Затем сквозь отверстие ролика или скобы ввертывают винт в распорную гайку, вследствие чего она, смещаясь внутри корпуса, распирает его. Зазубрины корпуса врезаются в стенки гнезда и закрепляют дюбель.

При большом объеме работ применяют строительно-монтажный пистолет типа СМП-1 (рис. 1.28) — короткоствольное огнестрельное оружие, позволяющий при помощи выстрела вбивать специальные дюбели, показанные на рисунке сверху в кирпич, бетон и даже сталь без предварительной пробивки гнезд. Зарядив дюбелем пистолет, плотно прижимают его к стене и производят выстрел. Работать нужно в защитных очках и противошумных наушниках. После выстрела дюбель сразу же готов к закреплению на нем деталей. К работе со строительно-монтажным пистолетом допускаются только рабочие, имеющие разряд не ниже четвертого и прошедшие специальный курс обучения. На право пользования пистолетом выдают удостоверение.

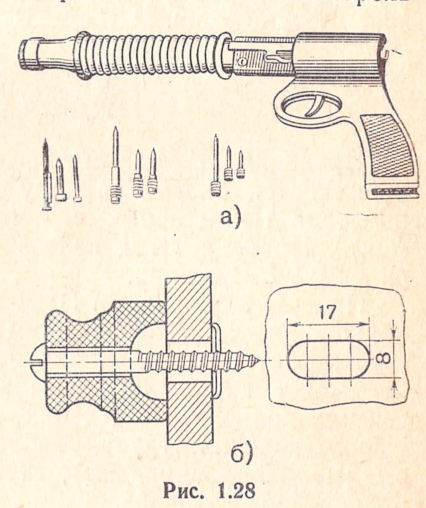


Рис. 1.28

Укрепление деталей, не испытывающих большие механические нагрузки, может быть выполнено так: кусок полихлорвиниловой трубки длиной 35 мм разрезают вдоль, плотно свертывают в рулончик и загоняют в гнездо, предварительно подготовленное в стене. Шуруп, ввертываемый в рулончик, обеспечивает довольно прочное крепление ролика. Вместо трубки можно использовать деревянную пробку, смазанную клеем, например, № 88.

На рис. 1.28*б* показан один из многочисленных способов уста-

новки ролика на сухой штукатурке. В штукатурке вырезают горизонтальное овальное отверстие. В ролик вставляют шуруп и на его резьбу навинчивают специальную крепежную планку с шипами. Затем крепежную планку вводят в отверстие и поворачивают шуруп вместе с планкой на 90°. Оттянув ролик на себя и прижав таким образом крепежную планку к внутренней стороне штукатурки, завинчивают шуруп. Шипы планки врезаются в штукатурку, а ролик оказывается закрепленным.

Выполнение сквозных отверстий. Это чаще всего делают одновременно с подготовкой мест крепления проводов. В деревянных конструкциях сквозные отверстия делаются при помощи ручного бурава или электродрели.

Для выполнения сквозных отверстий в кирпичных или бетонных стенах пользуются электродрелями со сверлами, оснащенными твердыми насадками, или пневматическими молотками. При небольших масштабах работ сквозные отверстия пробивают вручную, используя трубчатый пробойник (шлямбур). Пробойник ставят строго перпендикулярно стене и бьют по нему тяжелым молотком или небольшой кувалдой. Зубчатый конец его дробит кирпич. Время от времени пробойник следует вынимать из стены и вытряхивать из него осколки кирпича. С лицевой и оборотной стороны стены нужно ударять слабо, иначе будут скалываться большие куски штукатурки.

ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОВОДОК РАЗЛИЧНЫМИ ПРОВОДАМИ

Проводка проводами типа ПРД (рис. 1.29а). Проводка ПРД применяется благодаря ряду достоинств. Она менее огнеопасна, проводка таким проводом проста и удобна в эксплуатации и ремонте. Провода ПРД нельзя применять во влажных и пожароопасных помещениях.

Проводку проводами ПРД иногда называют шнуровой, так как раньше вместо провода применяли шнур ШР. Проводка выполняется в сухих помещениях при напряжении сети до 220 В, прокладывается на роликах, выбираемых в зависимости от величины сечения провода. По сечению провода выбирают и другие установочные изделия: трубки изоляционные (резиновые, полиэтиленовые, полихлорвиниловые), втулки и воронки, а также шурупы с полукруглой головкой.

Расстояние между соседними роликами вдоль провода должно быть не более 800 мм, между параллельно идущими проводами — не менее 35 мм. При проходе сквозь стену провод ПРД заключают в пластмассовую или резиновую трубку, с обеих концов которой укрепляют фарфоровые втулки (рис. 1.29б, слева). Бортики втулок должны находиться в плоскости со стеной. Если стена каменная, то втулки для укрепления подмазывают раствором алебастра. В деревянной стене втулки укрепляют синтетическими клеями БФ-2, № 88 и др.

Прокладку провода ПРД начинают с раскатывания бухты. Для этого ее следует вращать в руках или на вертушке. Один конец провода надевают на ролик и привязывают шпагатом или тесьмой. Последовательные операции показаны на рис. 1.29*б*, справа. Затем, если на данном участке нет ответвлений, провод натягивают до конца участка и привязывают на последнем ролике. Чтобы провод был хорошо и равномерно натянут, его надевают сначала на средние, а затем на промежуточные ролики.

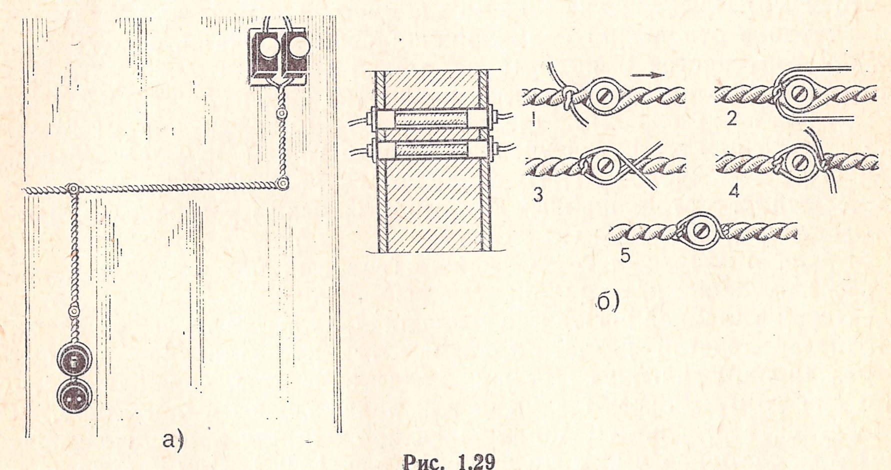


Рис. 1.29

Если на данном участке должно быть ответвление, то, укрепив на первом ролике провод, натягивают как можно туже и намечают на нем место ответвления. В этом месте трассы должен стоять ролик. Благодаря этому усилие натяжения будет приложено не к сростку, а к ролику.

Когда ответвление будет сделано и сросток изолирован, провод надевают на последний ролик этого участка и привязывают. Затем надевают на ролик выполненный сросток, его также привязывают, после чего надевают и закрепляют провод на остальных роликах проводки.

Поскольку привязывать провода ПРД к роликам трудоемко, при небольших пролетах на промежуточных роликах провод не привязывают, а на поворотах трассы его закрепляют простым огибанием одной жилы по шейке ролика. Привязывать провод надо обязательно на концевых роликах, на ответвлениях, на переходах с одной поверхности на другую, при обходе карнизов. Узел вязки на концевых роликах у выключателей и штепсельных розеток должен оказаться под проводом.

ЗАДАНИЕ

Выполнить проводку проводом ПРД. Схема должна содержать стенной патрон для лампы накаливания, выключатель, штепсельную розетку, установленную под выключателем, и два предохранителя. Соединения жил пропаять. Проследить за тем, чтобы выключатель находился в разрыве фазного провода.

Проводка плоскими проводами типа АППВ. Наибольшее распространение получил в настоящее время плоский провод марки АППВ, что объясняется его невысокой стоимостью, простотой монтажа, а также хорошими качествами изоляции: полихлорвиниловая изоляция устойчива против химических воздействий, обладает низкой возгораемостью, светостойка.

Открытая прокладка плоских проводов разрешается в сухих, влажных и сырых помещениях и запрещена в особо сырых, пожароопасных, взрывоопасных и там, где имеется химическая среда, агрессивная в отношении полихлорвиниловой изоляции. Такую проводку допускается выполнять не только на изоляторах, но и непосредственно по поверхностям, покрытым сухой или мокрой штукатуркой, по несгораемым стенам, покрытым обоями или под ними, по деревянным неоштукатуренным стенам только по слою асбеста. Вместе с тем провод АППВ запрещается применять в чердачных помещениях, в стационарных аккумуляторных, в устройствах, подвергающихся вибрациям и ударам.

Крепить плоские провода можно гвоздями или шурупами, накладками, скобами, на роликах и приклеиванием.

Перед укладкой на трассе провода должны быть выправлены. Наиболее простой способ правки — это протягивание провода через пропарафиненную тряпку, зажатую в руке. Свободный конец при этом зажимают в тиски или привязывают к чему-либо.

Хорошие результаты дает правка провода при помощи «выпрямителя», состоящего из пяти роликов (рис. 1.30*а*). При правке провода следует помнить, что полихлорвиниловая оболочка легко сдвигается с жилы, а сама жила у провода АППВ имеет незначительную прочность.

Наиболее простым способом является крепление гвоздями (рис. 1.30*б*). Таким же образом, кстати, крепятся телефонные провода типа ТРП и ТРВ. Применяются гвозди диаметром 1,4÷1,8 мм, длиной 20÷25 мм со шляпкой диаметром 3 мм. Гвозди забивают на расстоянии 200—300 мм один от другого, точно по средней линии плоского провода. Для защиты жил от ударов молотка при отсутствии определенного навыка можно применять оправку. Во влажных неотапливаемых помещениях под шляпки гвоздей и головки шурупов следует подкладывать шайбы из изолирующего материала (резины, фибры, пластмассы и т. п.).

Крепление при помощи накладок (рис. 1.30*в*) и скоб механически прочнее, чем крепление гвоздями, и исключает опасность повреждения провода молотком. Накладки изготавливают из пластмассы, резины или листовой стали, причем для предохранения изоляции между проводом и стальной накладкой необходимо проложить картон (рис. 1.30*г*).

Расстояние между скобами должно быть 200—300 мм. При выполнении проводки по деревянным неоштукатуренным поверхностям под провод подкладывают полоску асбеста толщиной не менее 3 мм, а шириной на 2—3 мм больше ширины провода. При отсутствии асбеста проводку выполняют на роликах.

Ролики устанавливают на расстоянии 400 мм один от другого. В разделительной перепонке провода на месте крепления делается разрез таких размеров, чтобы можно было в него с усилием продеть ролик (рис. 1.30*д*). Для прочности рекомендуется на угловых и некоторых промежуточных роликах привязывать про-

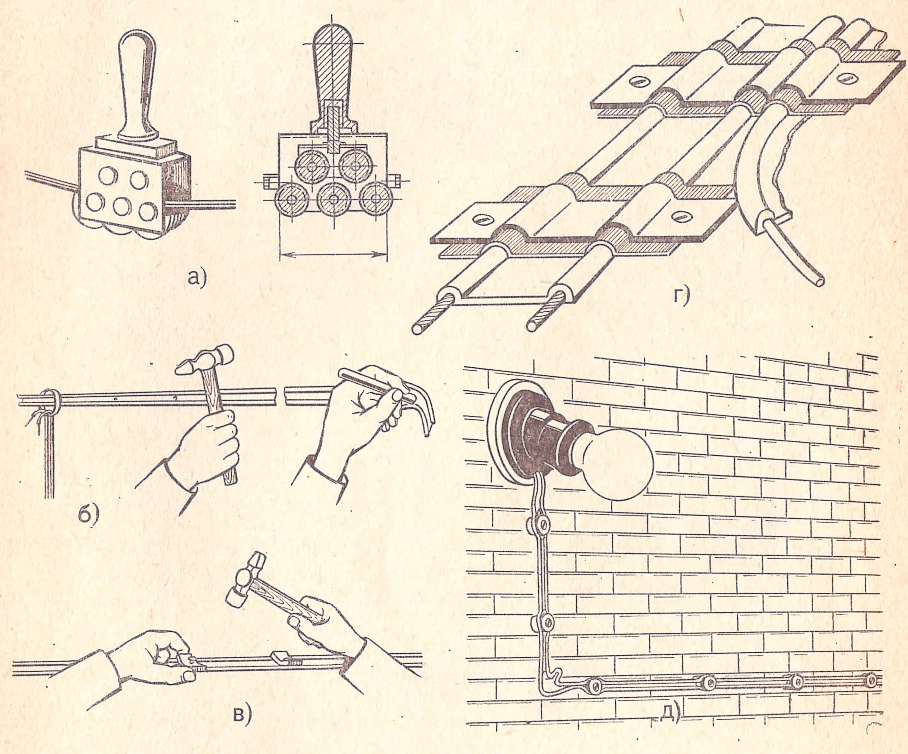


Рис. 1.30

вод АППВ хлопчатобумажной тесьмой или шнурком, как это было описано применительно к проводу ПРД.

Наиболее перспективным способом крепления провода типа АППВ на несгораемых поверхностях является приклеивание различными клеями. Одним из общеизвестных является клей, составленный из полихлорвинилового лака и цемента. Работа производится в следующем порядке. По линейке клей наносится на стену или потолок полосой, равной ширине провода. Затем клеем покрывается одна сторона провода, дают подсохнуть, после чего провод прикладывают к полосе, покрытой клеем, и приглаживают. Излишки клея удаляют. Через 2—3 ч после высыхания клея можно производить дальнейшие работы с проводом.

Ответвления и соединения проводов АППВ выполняют в ответвительных коробках. Коробки бывают пластмассовые, стальные, с контактами или без них. На рис. 1.31 вверху показан внешний и

внутренний вид пластмассовой коробки с выемной шайбой. Там же показан монтаж проводов АППВ в этой коробке. Провода вводят в коробку и поджимают жилы под зажимы, имеющиеся на шайбе. В практике встречаются и металлические ответвительные коробки без зажимов, показанные на этом же рисунке. В этом слу-

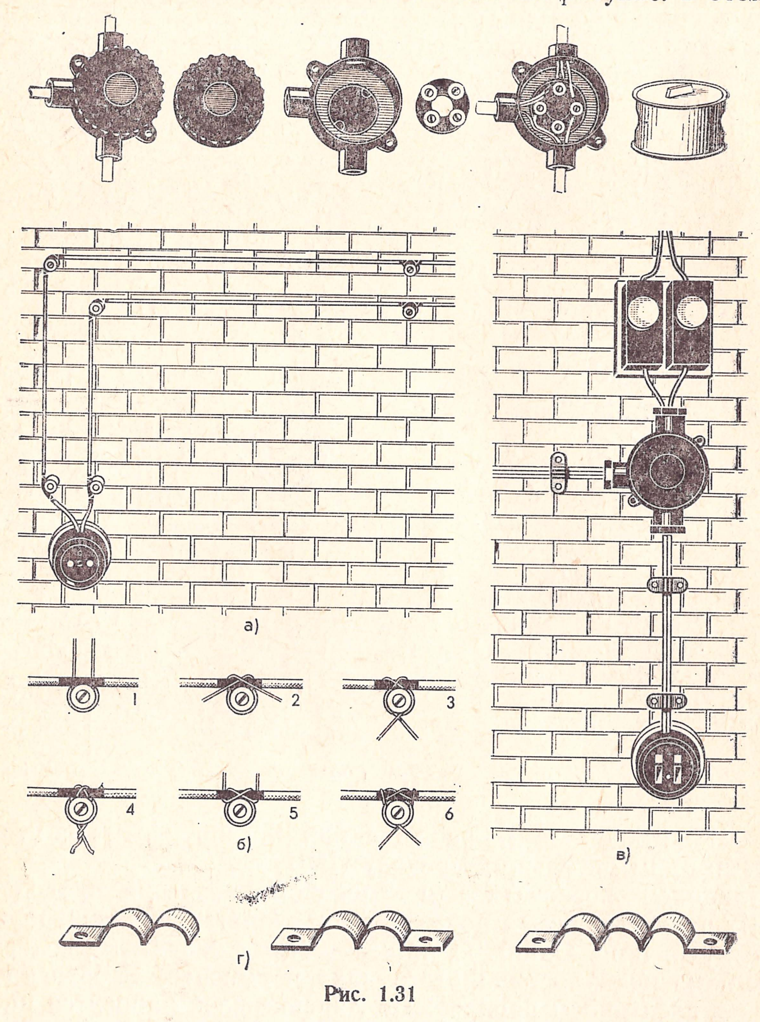


Рис. 1.31

чае провода соединяются сваркой или опрессованием. Сростки надежно изолируют лентой и укладывают в коробку. В месте ввода в такую коробку на провод должна быть надета резиновая или пластмассовая трубка, или же намотано два слоя изоляционной ленты.

Для ввода в ответвительную коробку и присоединения к выключателю необходимо развести жилы провода. Для этого у провода

вырезается разделительная пленка на расстоянии 7—8 см от конца. На расстоянии 30÷40 мм от арматуры провод укрепляют скобой. При изгибании провода на ребро (при повороте трассы на 90° в плоскости стены) разделительную пленку между жилами удаляют на 40—60 мм при помощи кусачек с широкими губками. После этого жилы изгибают, как показано на рис. 1.30*д*. Ролики должны быть обязательно поставлены в непосредственной близости от изгиба.

Провода АППВ в месте прохода через стену должны быть заключены в резиновые или полихлорвиниловые трубки. На концы трубок иногда надевают втулки и воронки.

ЗАДАНИЕ

Выполнить проводку проводом АППВ на гвоздях. Схема должна содержать две штепсельные розетки и щиток с предохранителями. Соединять провода механическим способом под зажимы в ответвительных коробках.

Проводка проводами типа АПВ и АПР. Провода АПВ разрешается применять во влажных неотапливаемых помещениях при напряжениях до 500 В.

Применение такой проводки в сухих отапливаемых помещениях нецелесообразно. Если же это необходимо, то допускается выполнение такой проводки на скобах.

Прокладка на роликах производится в сырых помещениях и в сухих по неоштукатуренным поверхностям. Вид проводки на роликах показан на рис. 1.31*а*. Каждая жила провода прокладывается на отдельном ряду роликов. Провод привязывают к каждому ролику мягкой оцинкованной стальной проволокой, для предохранения изоляции от повреждения в местах привязки на провод наматывается в два слоя полихлорвиниловая изоляционная лента. Существуют два способа вязки: вязка крестом, применяемая на промежуточных роликах, и более прочная вязка крестом с хомутиками, используемая на оконечных и угловых роликах.

На рис. 1.31*б* показаны последовательные операции привязывания провода АПВ (вид сверху). Вязка крестом заканчивается на четвертой позиции. Для выполнения вязки с хомутиками после второй позиции выполняют пятую, а затем шестую. Скрученные концы вязочной проволоки прижимают к шейке ролика.

Выправленный провод накладывают и закрепляют на роликах, как это описано на стр. 41.

Через стены провода АПВ протягивают таким же способом, как и провода ПРД с той лишь разницей, что каждый провод прокладывается в отдельной изоляционной трубке. При переходе проводки из сырого помещения в сырое на концы этой трубки надевают воронки. При переходе из сырого помещения в сухое в последнем на конце трубки надевают втулку.

Скобы, используемые для крепления проводов в сухих помещениях, бывают однолапчатые двухгнездные, двухлапчатые двухгнездные и двухлапчатые трехгнездные (рис. 1.31*г*). Однолапчатые скобы на горизонтальных частях проводки монтируют лапкой

вниз. Закрепление проводов у арматуры производится двухлапчатыми скобами.

Под стальные скобы для предохранения изоляции следует подкладывать полоску картона. На поворотах скобы располагают симметрично по сторонам от середины изгиба. На деревянных неоштукатуренных поверхностях под провода следует подкладывать полоску асбеста. При отсутствии асбеста проводка выполняется на роликах.

Соединение и ответвление проводов АПВ производят в коробках того же типа, как и провода АППВ.

ЗАДАНИЕ

Выполнить проводку проводом АПВ на скобах. Схема должна содержать двухгрупповую люстру, переключатель и щиток. Соединения жил выполнить в ответвительных коробках методом опрессования.

Проводки проводом АПН. Область применения такой проводки такая же, как у провода АППВ. Выполняется по тем же правилам, как и провода АППВ. Для крепления на ролике провод разрезают вдоль разделительной канавки. Приклеивают провод АПН клеем № 88. Сростки и отростки на проводе выполняют в коробках. Для ввода в штепсельные розетки, выключатели, ответвительные коробки жилы отделяют одну от другой ножом по разделительной канавке на длину 60—100 мм. При сгибании провода на ребро разделительная канавка также разрезается, внутренняя жила накладывается на внешнюю (рис. 1.32). Проход провода АПН сквозь стены выполняют так же, как и провода АППВ.

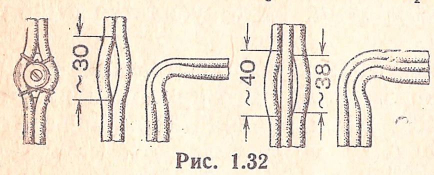


Рис. 1.32

ЗАДАНИЕ

Выполнить проводку проводом АПН на скобах. Схема должна содержать лампу накаливания, выключатель, штепсельную розетку и щиток. Соединения жил выполнить сваркой в соединительных коробках.

Проводка трубчатыми проводами. Проводка трубчатыми проводами ТПРФ и АТПРФ выполняется в сухих отапливаемых помещениях. Применение ее в сырых помещениях не допускается вследствие негерметичности фальца. Доступ воздуха к жилам, находящимся в трубке, затруднен. Это делает проводку более безопасной в пожарном отношении и увеличивает срок службы резины. Кроме того, металлическая оболочка провода защищает изоляцию жил от действия света и от легких механических повреждений. Достоинством проводки трубчатыми проводами является ее малая заметность на фоне стен и потолков, так как гибкость проводов позволяет подогнать их ко всем извилинам по пути прокладки, а металлическую оболочку можно окрасить.

Трубчатые провода прикрепляют к стенам и потолкам скобами (рис. 1.33*а*) или при помощи «усов» (рис. 1.33*б*). «Усы» представ-

ляют собой мягкую стальную полоску, согнутую в середине и закрепленную своим изгибом в стене. В стене вырубают гнездо, закладывают в него «усы» концами наружу и закрепляют алебастром (рис. 1.33*б*). Затем концы усов сгибают и плотно прижимают к оболочке провода.

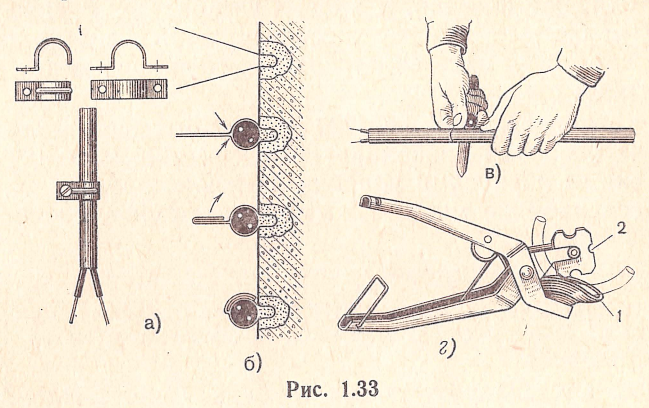


Рис. 1.33

На деревянной поверхности «усы» укрепляют шурупами. Расстояние между соседними точками крепления проводов на горизонтальных участках должно быть не более 500 мм, а на вертикальных — не более 700 мм. При вводе проводов в арматуру скобки устанавливают на расстоянии 50—70 мм от нее. У прохода провода через стены скобы располагают на расстоянии 60—80 мм. На изгибах провод закрепляют симметрично по отношению к середине дуги изгиба.

Перед прокладкой бухту трубчатого провода раскатывают, а провод выпрямляют при помощи роликового выпрямителя. На стенах провод следует укреплять швом к стене. На горизонтальных участках шов должен быть направлен вниз. Через деревянные стены трубчатые провода прокладывают без изоляционных трубок, надевая втулки непосредственно на провод. В проходе через каменную стену провод помещают в трубку и на нее надевают втулки.

Соединяются трубчатые провода в коробках. При вводе провода в коробку с него снимают металлическую оболочку на расстоянии 40—50 мм от конца. Эта операция производится следующим образом. На металлической оболочке провода ножом делают глубокие кольцевые риски (надрезы), рис. 1.33*в*, перекусывают шов кусачками и по направлению риски при помощи плоскогубцев развертывают полоски оболочки. Затем на обнаженный слой поясной изоляции наматывают изоляционную ленту так, чтобы она частично перекрывала и металлическую оболочку. Часть провода, обмотанная лентой, должна быть полностью помещена в коробке. Ввод провода в выключатели, штепсельные розетки и пр. выполняется аналогично.

При изменении направления прокладки провод приходится изгибать. Для этого пользуются специальными клещами (рис. 1.33*г*). Шов провода должен находиться внизу, в лотке *1*. Лунка поворотного пуансона *2* подбирается в соответствии с диаметром изгибаемого провода. Нажатием на рукоятки клещей на оболочке провода выдавливают насечки, и провод изгибается. Радиус дуги изгиба должен быть не меньше шести наружных диаметров провода. После нанесения насечек провод подгоняют по месту его крепления, выгибая руками.

В сетях с напряжением 380/220 В с заземленной нейтралью металлические оболочки проводов ТПРФ соединяют между собой, с металлическими корпусами коробок, выключателей и др., медным проводом сечением не менее 2,5 мм^2 и заземляют, соединяя с нулевым проводом.

ЗАДАНИЕ

Выполнить проводку проводом АТПРФ. Схема должна содержать люминесцентную лампу с дросселем и стартером, выключатель и щиток. Соединение жил выполнить сваркой.

Проводка в металлобумажных трубках (рис. 1.34*а*). Металлобумажная трубка, называемая также бумажной трубкой с металлической оболочкой, представляет собой трубку, сделанную из бумаги, пропитанной битумом и покрытую стальной оболочкой. Труб-

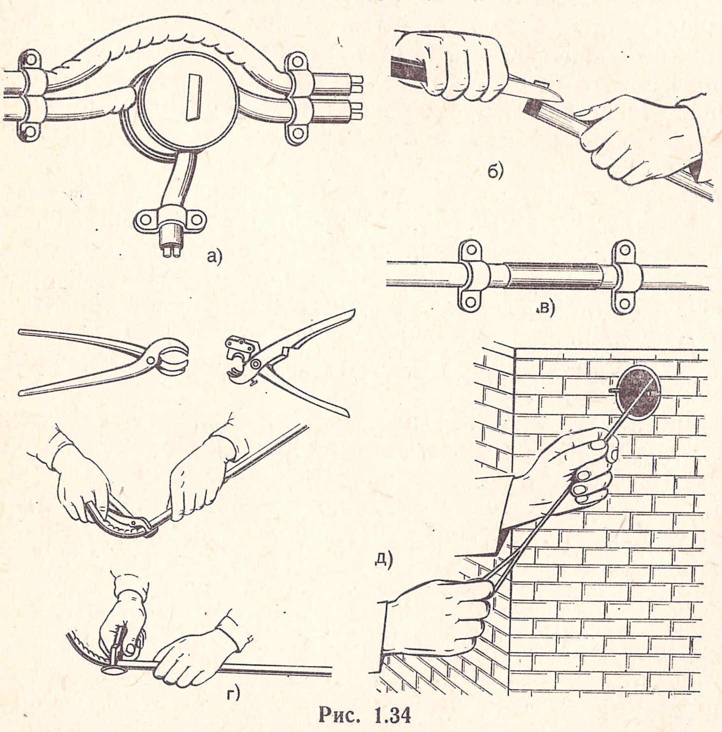


Рис. 1.34

ки изготавливают длиной 3 м с внутренним диаметром 9, 11, 13, 16, 23, 29, 36 мм. Выбор трубок того или иного диаметра зависит от сечения и количества проводов, прокладываемых в трубках. Проводка в металлобумажных трубках имеет назначение и похожа на проводку трубчатым проводом. Основная разница в том, что токопроводящие жилы заделывают в оболочку трубчатых проводов на заводе, а в металлобумажные трубки провода затягивают непосредственно на месте монтажа после их установки. Трубки имеют негерметичный шов, поэтому использовать их можно только в сухих помещениях. При такой проводке провода можно заменять, не нарушая внешнего вида помещения.

При выполнении проводки на размеченной трассе сначала устанавливают коробки и укрепляют трубки. Крепление их производится скобами, которые располагают одну от другой на расстоянии 800 мм на горизонтальных участках и 1000 мм на вертикальных. Для предотвращения порчи изоляции проводов краями металлической оболочки трубок около коробок, у выключателей, розеток и пр. их оконцовывают так, чтобы из-под металла выходила бумага на 5—7 мм (рис. 1.34*б*). Оболочка трубок очень тонка (около 0,3 мм) и поэтому обрабатываются они без особых затруднений таким же способом, как и оболочки провода ТПРФ. В коробку трубка должна входить на 2—3 мм своей металлической оболочкой.

Соединяются трубки между собой при помощи металлических муфт. Для этой цели чаще всего применяют металлическую оболочку трубок большего диаметра. Около муфты трубка обязательно укрепляется скобами (рис. 1.34*в*). Такие же скобки устанавливают на расстоянии 3—5 см от арматуры, около изгибов, у проходов через стены и пр. Изгибаются трубки при помощи клещей (рис. 1.34*г*).

После того, как будут полностью смонтированы трубки, в них затягивают хорошо выправленные провода типов АПВ, АПР, ПР, причем для облегчения этой операции в трубки специальным мехом вдувают тальк, или провода протаскивают через тряпку, обильно посыпанную тальком.

Для затягивания проводов в трубку через коробку вводят стальную проволоку (рис. 1.34*д*) с петлей на конце и проталкивают ее до следующей коробки. К петле прикрепляют провода и втягивают их в трубку. Металлические оболочки трубок так же, как оболочки трубчатых проводов, следует заземлять.

Все провода одной цепи переменного тока следует прокладывать в общей металлобумажной трубе. Нарушение этого правила при больших токах может вызвать нагрев металлической оболочки вихревыми токами.

ЗАДАНИЕ

Выполнить проводку в металлобумажных трубках. Схема должна содержать светильник с люминесцентными лампами ПРА типа 2УБК-40/220-АПВ, выключатель, щиток. Соединения жил выполнить опрессованием.

Проводки в стальных трубах. Проводка в стальных трубах бывает негерметическая и герметическая. Герметическая проводка применяется в помещениях, где провода могут подвергнуться не только механическим повреждениям, но и действию влаги, газов, паров, кислот и других химических веществ. Использование герметической проводки целесообразно, например, в аккумуляторных. Негерметическая проводка выполняется в тех случаях, когда провода могут подвергнуться тяжелым механическим воздействиям, но влияние химических веществ, влаги и пр. исключается. Иногда в стальных негерметических трубах прокладывают провода на отдельных участках проводок АПН, ТПРФ, АПР и др. Так делается, например, в проходах через междуэтажные перекрытия, при прокладке проводов горизонтально на высоте менее 2,5 м и т. п.

Проводка в стальных трубах принципиально ничем не отличается от проводки в металлобумажных трубках. Отличие состоит, главным образом, в том, что стальные трубы и коробки для них более громоздки и требуют применения других способов крепления, присущих водопроводу и газопроводу.

Проводки кабелем (рис. 1.35). Кабели ВРГ АВРГ, НРГ, СРГ прокладываются во влажных, сырых, особо сырых помещениях, а также в помещениях с химической средой, неагрессивной в отношении оболочки кабеля. Кабель СРГ нельзя применять при наличии вибраций. Свинцовая оболочка этого кабеля подвержена междукристаллической коррозии и от толчков и сотрясений трескается. При монтаже всех кабелей данного типа соблюдают в основном те же условия, что и при монтаже герметических проводок других типов. Расстояние между скобами для кабелей СРГ на горизонтальных участках берется 300—400 мм, для остальных кабелей — 250—300 мм. На вертикальных участках расстояние между скобами допускается 350—500 мм для всех кабелей. Для предохранения оболочки кабеля под металлические скобы подкладывают картонные полоски шириной на 2—3 мм больше ширины скобок. Выпрямление кабелей перед прокладкой производят протягиванием через тряпку, зажатую в руке.

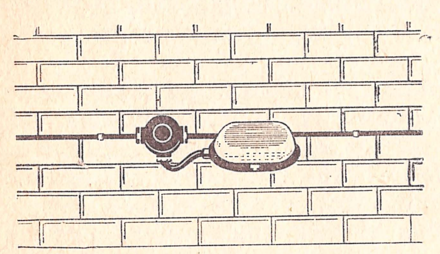


Рис. 1.35

Соединяются кабели в герметических чугунных и пластмассовых коробках. Выключатели, штепсельные розетки, патроны и др. приборы должны быть также герметичными. Перед вводом кабеля в арматуру с его конца снимают оболочку с таким расчетом, чтобы жила вошла в коробку на 2—3 мм. Для снятия оболочки на ней делают ножом неглубокий кольцевой надрез. Затем, изогнув два раза кабель по надрезу, снимают кольцеобразный кусок оболочки. Через деревянные стены кабели прокладывают без труб, а через каменные — в металлических трубах. Изгибаются кабели без

инструмента, вручную. Радиус изгиба кабелей ВРГ, АВРГ, НГР допускается равным пяти — шести наружным диаметрам кабеля, а кабеля СРГ-8 — десяти диаметрам.

ЗАДАНИЕ

Выполнить герметическую проводку кабелем ВРГ. Схема должна содержать лампу с выключателем. Соединения жил выполнить под зажимами в ответвительной коробке.

ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ СКРЫТЫХ ПРОВОДОК

Общие положения. Скрытыми называются такие проводки, в которых провода располагаются в стенах под штукатуркой, в полу, в элементах строительных конструкций и т. п. Их разрешено применять как в сухих, так и в сырых помещениях. Скрытые проводки, получившие в настоящее время широкое распространение, не портят внешнего вида, более гигиеничны, не мешают уборке и не препятствуют выполнению косметического ремонта. Скрытая проводка безопаснее, благодаря тому, что исключена возможность случайных соприкосновений с проводами. Доступ воздуха к проводам, проложенным в толще строительных конструкций, затруднен, поэтому скрытая проводка менее опасна в пожарном отношении. При скрытой проводке механические повреждения проводов практически исключены. Провода защищены от действия солнечных лучей, высокой температуры и т. п. Все это увеличивает срок службы проводки и ее надежность. Кроме того, часто удается сэкономить провода прокладкой их по кратчайшим расстояниям, непараллельно архитектурным и строительным линиям.

Замена проводов при ремонте скрытой проводки сопряжена с большими трудностями. Дополнительные электроприемники присоединять практически невозможно. В таких случаях приходится вскрывать стены или заменять проводку открытой.

Беструбные проводки. В настоящее время получила широкое распространение скрытая беструбная проводка плоскими проводами типов АППВ и АПН. При ее выполнении провода прокладывают по поверхности еще неоштукатуренных стен в щелях, подлежащих затирке раствором, в зазорах между строительными элементами. Скрытая проводка плоскими проводами, проложенная по деревянным стенам и перегородкам, должна укладываться на слой асбеста толщиной 3 мм или по намету штукатурки толщиной 5 мм.

По своей технологии скрытая беструбная проводка плоскими проводами во многом похожа на обыкновенную открытую проводку, но значительно проще нее.

Горизонтальная прокладка провода по стене ведется на расстоянии 100—200 мм от потолка или 50—100 мм от карниза. Спуски к арматуре выполняются по вертикальным линиям. Магистраль штепсельных розеток прокладывается по горизонтальной линии, соединяющей розетки. Провода в отдельных местах прикрепляют

к поверхности скобами или хомутами, сделанными из изолирующего материала (пластмассы, резины, хлопчатобумажной ленты, толя и пр.). Сами скобы или хомуты прикрепляют гвоздями, забивая их, например, в швы кирпичной кладки. Очень удобным является приклеивание провода к стене. Укрепление провода АППВ гвоздями при такой проводке не разрешается. При оштукатуривании стен провод оказывается под слоем мокрой или сухой штукатурки. Опыты показали, что полихлорвиниловая изоляция не поддается действию мокрой штукатурки, а также бетона. На найритовую изоляцию мокрая штукатурка тоже не действует, если в ней отсутствуют примеси поташа и мылонафта.

Соединяются провода при такой проводке в коробках, крышки которых располагают заподлицо со штукатуркой. Выключатели и штепсельные розетки в этом случае применяют утапливаемого типа. Крышки их располагают также заподлицо с поверхностью штукатурки, а контактная часть в специальной коробке располагается в углублении, сделанном в стене.

Быстрота выполнения и дешевизна скрытой проводки плоскими проводами обеспечили ее широкое распространение.

Беструбную проводку делают в каналах, выполняемых строителями при постройке здания. Технология монтажа проводов в каналах строительных конструкций не отличается от прокладки проводов в трубах.

Трубные проводки. Трубные проводки обладают большим достоинством: провода, в случае порчи, можно заменять, используя для этого ответвительные коробки.

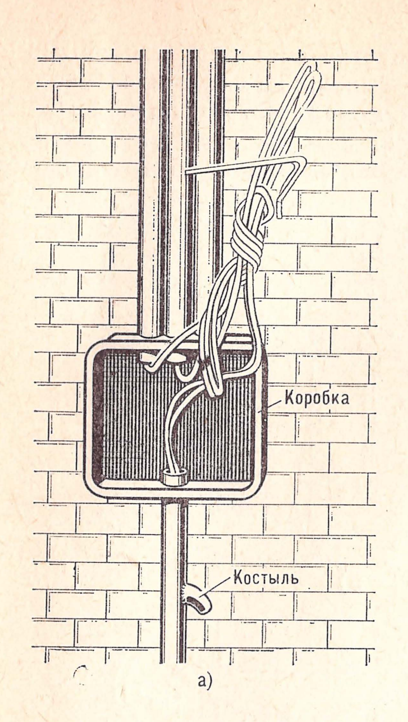
Недостатками этого типа проводок следует считать сложность выполнения и высокую стоимость.

В настоящее время находит применение скрытая проводка в тонких стальных трубах (рис. 1.36*а*). Прокладываются они по поверхности стен (без борозд). Для этого в швы кирпичной кладки забивают стальные костыли. Трубы сваривают между собой, а также приваривают к костылям и к коробкам. В трубы закладывают провода марок АПР и АПВ.

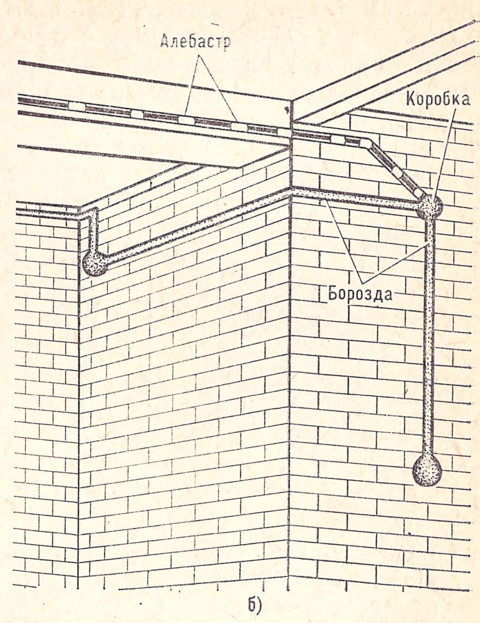
Для подачи питания к токоприемникам, расположенным на потолке, провода прокладывают в трубах, размещенных в полу вышележащего этажа.

До сих пор применяются скрытые проводки в полиэтиленовых, бумажнометаллических, полихлорвиниловых, резиновых полутвердых, стеклянных трубах. Выбор того или иного типа труб зависит от типа помещения.

При изготовлении проводки неметаллические трубы из любого материала укладывают в специальные борозды (штробы), вырубленные в стене ручными, пневматическими или электрическими инструментами. Очень часто борозды оставляют в стенах и потолке при постройке здания. Трубы закрепляют в бороздах алебастровым раствором (см. рис. 1.30*б*), а затем заштукатуривают заподлицо со стеной или потолком. После высыхания штукатурки в трубы затягивают провода, используя для этого ответвительные



а)



б)

Рис. 1.36

коробки. Выключатели, штепсельные розетки и пр. так же, как и при скрытой проводке плоскими проводами, помещают в стену так, чтобы крышки были заподлицо с поверхностью.

МОНТАЖ СЧЕТЧИКОВ И ГРУППОВЫХ ЩИТКОВ

Электрический счетчик типа СО-2 (рис. 1.37*а*) представляет собой электроизмерительный прибор индукционной системы, служащий для учета активной энергии однофазного переменного тока номинальной частоты 50 Гц.

Счетчик учитывает энергию в киловатт-часах. На маркировочной табличке указаны величины тока и напряжения, при которых следует использовать прибор. Эти величины называются номинальными. Наша промышленность выпускает счетчики на следующие номинальные токи и напряжения: 220 В — 5 А, 220 В — 10А и 127 В — 10 А.

Чувствительность счетчика СО равна 1,5% от номинальной нагрузки. Мощность, потребляемая самим счетчиком (в основном параллельной обмоткой), составляет 1—2 Вт.

Счетчики типа СО выпускаются по классу точности 2,5, т. е. наибольшая допустимая погрешность равна 2,5% от номинальной нагрузки.

На рис. 1.37*б* показана схема устройства счетчика. Основными частями счетчика являются: *1, 2, 3, 4* — выводы на клеммной колодке, обмотка электромагнита *5* с большим количеством витков тонкого провода, включаемая параллельно нагрузке; обмотка электромагнита *6*, имеющая малое количество витков толстого провода, включаемая последовательно с токоприемниками; алюминиевый диск *7*, насаженный на ось *8*, тормозной постоянный магнит *9*.

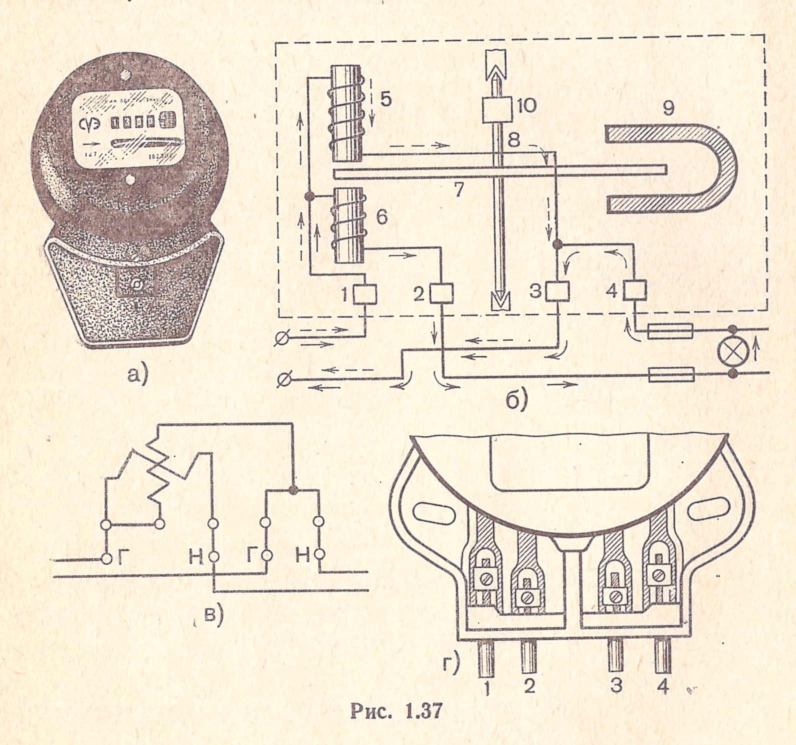


Рис. 1.37

Когда включен токоприемник, ток идет по последовательной обмотке (сплошные стрелки). Вокруг обмотки возникает переменное магнитное поле. Под его влиянием в части диска, находящегося между сердечниками, появляются вихревые токи. Их магнитное поле взаимодействует с полем параллельной обмотки, по которой ток протекает независимо от включения нагрузки (пунктирные стрелки), диск начинает вращаться. Движение диска посредством червяка *10* передается счетному механизму, на схеме не показанному. Постоянный магнит *9*, взаимодействуя своим магнитным полем с полем вихревых токов, возникающих в диске, тормозит движение диска для уменьшения износа трущихся частей. Благодаря действию тормозного магнита диск после выключения токоприемников останавливается почти мгновенно.

Устанавливать счетчики следует в сухих отапливаемых помещениях, в атмосфере которых отсутствуют пары и газы, вредные для

аппаратуры. Температура в помещении не должна опускаться ниже 0°С и подниматься выше 40°С.

В условиях, когда работа счетчика может быть нарушена, их следует размещать в шкафах. Иногда для поддержания нормальной температуры внутри шкафа устанавливают лампу накаливания или вентилятор. Счетчики располагают строго вертикально (отклонение не больше 1°) на стене, не подвергающейся сотрясениям. Монтируют его на деревянной панели или металлическом щитке. Счетчик обязательно должен быть защищен предохранителями, которые включают между ним и электроприемниками.

Провода, подходящие к счетчику и отходящие от него (так называемая «петля»), должны быть трубчатыми или проложены в трубках. В последнем случае провода следует закладывать в трубки до их изгибания. Возможно также применение кабеля или скрытая прокладка проводов.

Включение счетчика в схему производят при помощи зажимных букс, смонтированных в зажимной коробке (рис. 1.37*б*). На внутренней стороне крышки этой коробки имеется схема включения счетчика (рис. 1.37*в*). Согласно этой схеме источник тока подается на первый и третий зажимы, причем фазный провод должен быть включен на первый зажим. Токоприемники включают на второй и четвертый зажимы. Все другие варианты включения неправильны, и могут повлечь за собой повреждения счетчика или ошибки в отсчете энергии.

При присоединении к счетчику конец жилы заделывают тычком и вставляют в отверстие, имеющееся в нижней стенке зажимной коробки. Винт, находящийся в буксе, освобождают. Зачищенную жилу пропускают под буксой так, чтобы в верхнем проеме, над буксой, был виден конец жилы (рис. 1.37*г*). Затем винт завертывают.

Счетчики СО-2 выдерживают перегрузку в полтора раза относительно номинальной мощности, не перегреваясь и не меняя точности показаний. При перегрузке в 2,5 раза счетчик работает не перегреваясь, но точность показаний падает.

ЗАДАНИЕ

Выполнить проводку проводом АПВ на скобах. Схема должна содержать лампу накаливания с выключателем и штепсельную розетку. Для учета энергии, потребляемой схемой, смонтировать на деревянной панели счетчик, защищенный предохранителями.

Групповые осветительные щитки представляют собой распределительные устройства, в которых электрическая энергия распределяется по группам потребителей энергии.

Деление потребителей на группы диктуется тем, что согласно существующим нормам групповые линии должны быть рассчитаны на ток 10 А. Общий же ток, потребляемый всеми токоприемниками помещения, может быть значительно больше. Кроме того, при перегорании предохранителя одной группы помещение в целом не остается без электрической энергии, так как питание токоприем-

ников других групп протекает нормально. Наконец, деление на группы удобно при большом количестве электрических приборов. Например, от щитка может отходить две группы: осветительная и штепсельная. Короткие замыкания чаще всего возникают в токоприемниках, питаемых от штепсельной группы, а не в светильниках общего освещения. Поэтому отделение штепсельной группы от осветительной позволяет производить смену предохранителей и отыскание мест повреждения при работающем освещении и, кроме того, улучшает распределение нагрузки, а также улучшает режим поддержания напряжения на лампах.

На рис. 1.38*а* показана схема группового однофазного щитка на три группы. К щитку подходят два провода большого сечения,

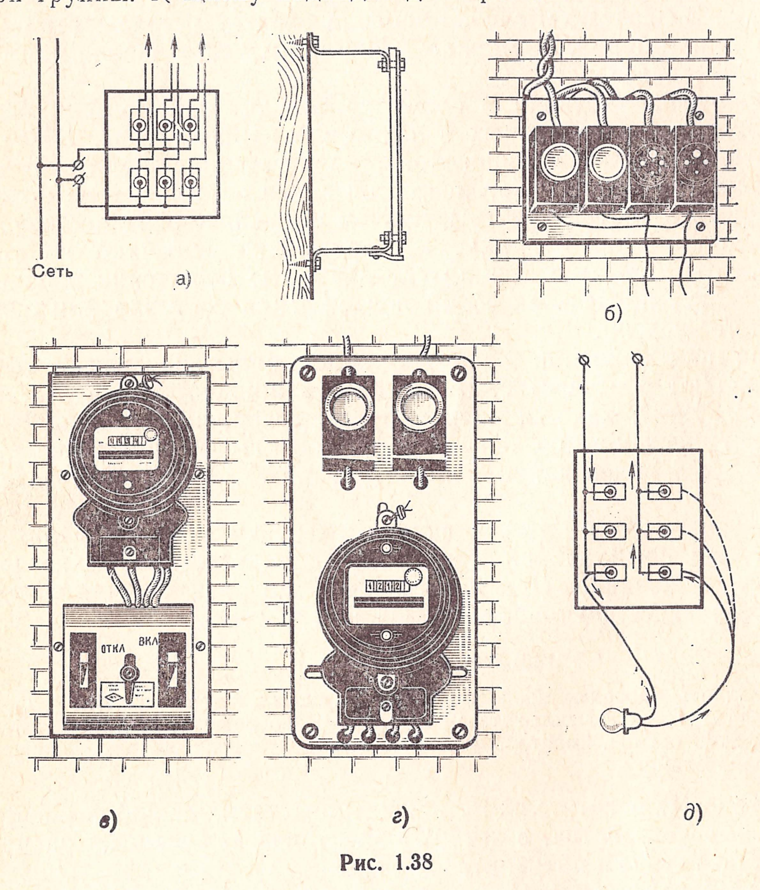


Рис. 1.38

а отходят от него три пары проводов меньшего сечения. По числу отходящих проводов установлено шесть предохранителей.

При объединении всех нагрузок в одну группу включение мощного потребителя энергии может вызвать уменьшение напряже-

ния на других потребителях за счет увеличения падения напряжения в проводах. Это недопустимо, в особенности при использовании люминесцентных ламп.

Конструкция щитков несложна. На панели из изоляционного материала (мрамор, асбоцемент, гетинакс и др.) или из стали смонтированы предохранители. Иногда на щитке монтируют также выключатели, счетчики и др. приборы.

В соответствии с ПУЭ предохранители в нормальных помещениях (жилых, конторских и т. п.), обслуживаемых малоквалифицированным персоналом, следует устанавливать в оба провода каждой группы (в фазный и нулевой) для полной защиты. Если поставить один предохранитель, он может оказаться в нулевом проводе, то при замыкании фазного провода на землю неизбежна авария, а установить один предохранитель именно в фазный провод часто бывает затруднительно. Исключением из вышеприведенного правила являются двухпроводные линии, в которых используется нулевой провод. Устанавливать предохранитель в нулевой провод в этом случае не нужно.

В производственных помещениях щитки находятся под наблюдением дежурного монтера, поэтому их устанавливают на высоте 1,7 м от пола. В бытовых помещениях щитки располагают обычно на высоте 2—3 м. Щитки бывают настенные и утопленные, монтируемые в нишах.

Для установки щитка размечают на стене места его крепления. В каменной стене вырубают углубления, и в них закрепляют на цементном растворе штыри или шурупы. На деревянных стенах щитки закрепляют при помощи шурупов или «глухарей». Щитки монтируют непосредственно на стене или на подставках (рис. 1.38*а*) на некотором расстоянии от нее (в зависимости от типа щитка). Для квартирных щитков это расстояние обычно равно 100—150 мм. На рис. 1.38*б* изображен простой мраморный щиток на две группы предохранителей. На рис. 1.38*в* показан внешний вид стального квартирного одногруппового щитка заводского изготовления со счетчиком.

Широко применяют групповые щитки с автоматическими выключателями вместо плавких предохранителей. На рис. 1.38*г* показан внешний вид квартирного утопленного щитка типа ШК-15 на две группы. Щиток устанавливается в нише и закрывается дверкой. На щитке смонтированы два автомата типа АБ25 и пакетный выключатель, при помощи которого можно снять напряжение с обеих групп.

ЗАДАНИЕ

Выполнить проводку проводом АППВ на накладках. Схема должна содержать светильник типа ШЛП-2-2×80 с выключателем. Для учета энергии установить счетчик, используя квартирный одногрупповой щиток с пробочными предохранителями или автоматами.

ПРОВЕРКА ПРАВИЛЬНОСТИ МОНТАЖА И ОТЫСКАНИЕ МЕСТ ПОВРЕЖДЕНИЙ

После окончания монтажа и до подключения источника тока следует подвергнуть проводку тщательной проверке, иначе возможна авария или выход из строя отдельных деталей и приборов, если при монтаже была допущена ошибка. Так, например, неправильное присоединение проводов к счетчику может вызвать перегрев его обмотки, размагничивание постоянного магнита и другие неисправности.

Проверка монтажа начинается с осмотра. Из приборов (коробок, штепсельных розеток) удаляют посторонние предметы: винты, гайки, откушенные кусочки провода и др., которые могут послужить причиной коротких замыканий. Затем контролируют места присоединений и оконцеваний проводов. Проверяют плотность завертывания винтов и гаек, убеждаются в том, что изоляция провода кончается около самого контакта, что при заделке концов тычком из стоек не торчат длинные концы жил.

После осмотра проводка проверяется на отсутствие короткого замыкания. Для этого выключаются все токоприемники и на вход (после предохранителей) включают пробник или мегомметр. Если короткого замыкания нет, то нет показаний пробника, а мегомметр отмечает величину сопротивления изоляции. Только после этого можно ввертывать пробки и подключать электроприемники.

В процессе эксплуатации проводки могут возникнуть повреждения в штепсельных вилках, розетках, осветительных патронах. Это в основном обрывы проводов или короткие замыкания, являющиеся следствием самоотвинчивания винтов и гаек (если при монтаже забыли поставить шайбы), обгорания контактов, изломов жил в местах надреза их при снятии изоляции. В переносных приборах повреждения, как правило, происходят в соединительном шнуре. Обрывы отражаются обычно только на работе одного неисправного прибора, поэтому обнаруживаются сравнительно легко.

Место короткого замыкания найти труднее, так как в этом случае перегорает предохранитель, через который шел ток, питавщий целую группу токоприемников. Когда на групповом щитке поставлены автоматические предохранители, то сработавший (отключившийся) автомат определяют по положению его кнопок. Если же на щитке установлены пробки, то в первые 0,5—1 мин перегоревшая пробка может быть определена на ощупь (она будет нагрета). Позднее пробки можно проверить только при помощи пробника, вывернув из гнезд.

Контрольная лампа дает возможность произвести проверку непосредственно на щитке, не отсоединяя проводов от предохранителей и не вывинчивая последних. На рис. 1.38*д* показан процесс проверки верхнего ряда предохранителей (провода, отходящие от них, для упрощения не показаны). Если проверяемый предохранитель исправен, ток идет по пути, указанному стрелками, и лампа горит. Аналогично проверяется исправность предохранителей

нижнего ряда. После обнаружения перегоревшего предохранителя, а следовательно, и группы, в которой имеет место короткое замыкание, необходимо точно определить место повреждения. Для этого пользуются методом постепенного (иногда говорят «последовательного») включения токоприемников. Все светильники отключают выключателями, штепсельные розетки освобождают от электроприемников. Вместо перегоревшего предохранителя включают контрольную лампу. Если она сразу же загорается, то произошло короткое замыкание в одной из штепсельных розеток. Если лампа не загорается, то начинают поочередно включать светильники. Замыкание будет в том светильнике, который зажжет лампу. Если же все светильники исправны, то короткое замыкание произошло в электроприемниках, включаемых в розетки. В этом случае производится осмотр и проверка всех токоприемников и шнуров при помощи пробника.

Неисправный токоприемник можно найти также другим способом. Ввернув вместо предохранителя контрольную лампу, поочередно включают токоприемники в розетку. Неисправный зажжет лампу.

Глава 2.

Монтаж радиоэлектронной аппаратуры

МЕТОДЫ МОНТАЖА

Печатный монтаж удобно применять в тех случаях, когда радиокомпоненты в узлах размещены плотно. Он удобен в узлах, рассчитанных на массовый выпуск. Соединение компонентов посредством изолированных проводников выгодно в устройствах, имеющих большие размеры или предназначенных для мелкосерийного выпуска, а также в устройствах, имеющих большое число съемных блоков (по современной терминологии — типовых элементов замены, — ТЭЗов), например, различных стоек, шкафов и т. п.

Проволочный монтаж бывает разных видов: хаотический монтаж; шаблонированный монтаж; монтаж с трассировкой проводов; монтаж методом крутки.

Хаотический монтаж имел широкое распространение на первых этапах развития электроники и в ряде изделий сохранился до наших дней.

В соответствии со схемой проводники прокладывают по возможности по кратчайшему пути между соединяемыми точками. Длину каждого проводника определяют по месту, монтаж ведут последовательно один проводник за другим. Ошибки монтажа приходится искать уже в собранном устройстве во время наладки. Емкость между отдельными проводниками в общем получается не очень большой, так как большинство из них пересекается и только на небольшом протяжении оказываются близко один к другому.

Шаблонированный монтаж представляет собой видоизменение технологического процесса, рассчитанного на то, чтобы соединительные провода были заготовлены и связаны в жгут отдельно от монтируемого устройства, а уже затем впаяны в это устройство. Такой прием снижает трудоемкость, особенно в серийном производстве, делает монтажные соединения более прочными, виброустойчивыми, исключает случайное изменение емкости между цепями.

Для его выполнения сначала, сообразуясь с принципиальной схемой и монтируемым устройством, составляют таблицу соединений. Подготавливают доску для шаблона. Далее, руководствуясь только таблицей, на доске выкладывают и увязывают в жгут провода. После этого у проводов зачищают концы и впаивают жгут на место.

Рассмотрим содержание работ при выполнении шаблонированного монтажа.

1. По принципиальной схеме составить следующую таблицу монтажных соединений.

ТАБЛИЦА 2.1

№ пп.	Адреса контактов		Длина провода, мм	Тип и диаметр провода	Цвет провода	Трассировка
	Откуда	Куда				
1	2	3	4	5	6	7
1	А09-3Ш	А08-8Ш	75	МГШВ 0,35	К	[→10↑15→15↓35→10]
2	А08-8Ш	АЕ-08 точка	100	»	К	[↑20⊙15⊕15→50]
3	Т15Э	АБ-06 точка	20	МГВ 0,1	З	

Направление трассировки	Вправо	Влево	Вверх	Вниз	На себя	От себя	Произв.	Нач.	Конец
Символы	→	←	↑	↓	⊙	⊕	∽	[	]

В графе 7 указывается, как должен проходить провод. В таблице разъяснены символы, с помощью которых показывается трассировка проводов.

Если соединению подлежит три или больше точек, то каждая последующая строчка таблицы должна начинаться с того адреса, которым окончилась предыдущая. Это дает возможность, сделав очередное соединение, не откусывать провод, а заложив петлю, двигаться дальше. Если соединение на данном адресе заканчивается, то у этого наименования ставят слово «точка».

В графе 7 указывается, как должен проходить провод. В таблице разъяснены символы, с помощью которых показывается трассировка проводов.

Например, запись первой строчки 7 графы таблицы означает, что провод укладывают сначала направо на 10 мм, затем вверх на 15 мм и т. д.

Графу 4 удобнее заполнять после графы 7, так как длина провода получается, как сумма всех шагов трассировки.

В тех случаях, когда таблицу составляют на один экземпляр жгута, можно сделать ее сокращенной, опустив графы 4 и 7.

Для того чтобы при составлении таблицы не упустить каких-либо соединений и не повторять уже записанные, рекомендуется начертить принципиальную схему карандашом, а затем, по мере заполнения таблицы, обводить записанные соединения схемы чернилами. Таким образом, легко обнаружить все ошибки.

2. Подготовить доску для шаблона. Эта доска должна быть гладкой, без сучков, не должна раскалываться при забивании в нее шпилек. На доске необходимо разметить раскладку проводов. Нужно хорошо вымерить монтируемое устройство и тщательно про-

думать расположение и длину проводов, чтобы соединения были по возможности короткими, и вместе с тем, чтобы в готовом изделии провода не были туго натянуты, не прикасались к установленным компонентам. Нужно, чтобы провода не заслоняли компонентов, к которым требуется доступ при ремонте, не закрывали маркировки на них, а также не мешали работать паяльником.

При разметке доски иногда возникают трудности, связанные с тем, что в реальном изделии монтаж является пространственным, прокладывается в трех измерениях, а шаблон, — жгут проводов, — изготавливают в одной плоскости. В иных случаях нужную конфигурацию жгута удается получить, только установив на доску нечто вроде маленькой скамеечки, тоже сделанной из дерева (см. рис. 2.1).

Если на одну шпильку приходится несколько соединительных проводов, то в такой точке необходимо на доске отметить соответствующее число черточек или кружков для последующего контроля правильности прокладки.

Длину концов и петель соединительных проводов, которые впоследствии предстоит подпаивать к выводам компонентов, необходимо брать с некоторым запасом (от 5 до 15 мм). Это нужно, во-первых, для того, чтобы проводники соединялись без натяга, а во-вторых, оставался резерв проводов у тех выводов, которые в связи с наладкой или ремонтом придется распаивать и снова запаивать. Кроме того, нужно предусмотреть запас длины, учитывая, что провода в местах присоединения придется зачищать от изоляции.

3. Вбить в доску шпильки. Шпильки представляют собой гвозди с откушенными головками. Верхний конец каждой шпильки нужно закруглить, чтобы не оцарапать руки и не повредить изоляцию провода при прокладке проводов. Шпильки должны быть забиты во всех точках поворота жгута, отвода проводов и в местах их окончания. Если предполагается изготавливать большое число одинаковых жгутов, то в местах окончания проводов, особенно, если они предназначены для присоединения к близкорасположенным точкам, вместо «концевых» шпилек имеет смысл установить планочку или угольник с пропилами, предназначенными для закладки проводов.

4. Проложить провода по размеченной доске, пользуясь таблицей проводов (рис. 2.1). Каждый провод закрепляют на «концевой» шпильке или в соответствующей прорези планки, затем прокладывают по линиям разметки, обходя на поворотах соответствующие шпильки, и, закрепив у конечной шпильки, его откусывают. Так прокладывают каждое соединение, следя за тем, чтобы не пропустить ни одну строчку графы 7. Если следующая строчка начинается с адреса, которым окончилась предыдущая, откусывать провод не нужно.

При прокладке провода нужно уминать, чтобы они не имели неровностей и, тем более, барашков или слабых петель. Только в этом случае можно получить плотный жгут.

5. Увязать провода. Для этого нужно изготовить вязальную иглу. Ее делают из толстой медной проволоки, закруглив один ее конец и загнув второй петлей. Петлю нужно пропаять, чтобы закрепить получившееся ушко. К ушку привязать суровую нитку, навощенную для прочности, которой и осуществляют вязку жгута.

Вязать начинают с любого конца жгута. Свободный конец нитки завязывают вокруг проводов любым двойным узлом, туго затягивая петлю. Вязку осуществляют, как показано на рис. 2.2, от-

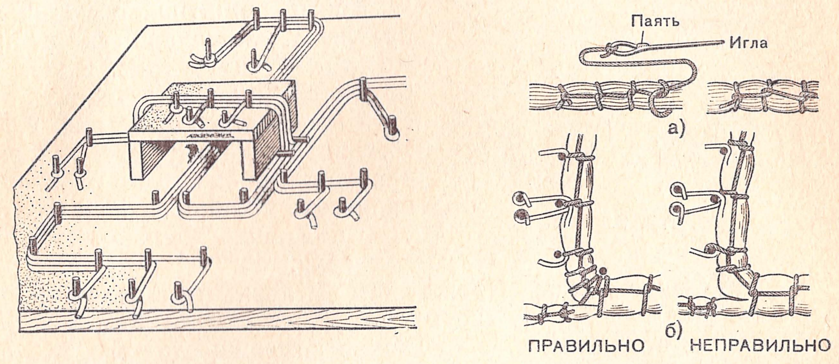


Рис. 2.1 **Рис. 2.2**

дельными «штыками», которые должны располагаться через примерно ровные интервалы. Эти интервалы должны быть приблизительно равны двум-трем диаметрам увязываемого жгута и изменяться вместе с этим диаметром.

Важно усвоить правильные приемы вязки, гарантирующие необходимую жесткость жгута и его сохранность от распускания даже и в том случае, когда нитка окажется в одном месте перерезанной. Секрет заключается в том, что иглу нужно продевать под очередную петлю сверху вниз (рис. 2.2) и затягивать при этом нитку возможно туже. Тогда затянутая петля сама себя зажимает. Штыки следует накладывать на всех поворотах жгута в местах всех ответвлений. В процессе вязки нужно все время уминать провода, особенно в местах поворота жгута, где провода обычно складываются в плоскую ленту.

Сначала провязывают основной, наиболее толстый пучок проводов, а затем, завязав тугой узел, отрезав нитку, завязывают ее на очередном ответвлении и фиксируют провода боковых отростков.

Длину нитки очень большой брать не следует — она будет мешать работе, а под конец разлохматится. Лучше по ходу вязки наращивать ее, связывая двойным узлом очередной, новый кусок со старым.

Иногда возникает необходимость защиты связанного жгута снаружи, например, в местах, где он может быть потерт хомутом крепления или переходом сквозь стенку каркаса. В таких случаях его снаружи обматывают киперной (хлопчатобумажной), хлорви-

ниловой или лакотканевой лентой, либо продевают в хлорвиниловую трубку. Лакоткань, если она используется для обмотки, должна быть нарезана на «косые» полоски, т. е. такие, которые идут под углом 45° к направлению нитей основы ткани. Нарезать удобно приемом, показанным на рис. 2.3*а*. Косая полоска прочнее прямой, а главное — лучше облегает неровности жгута.

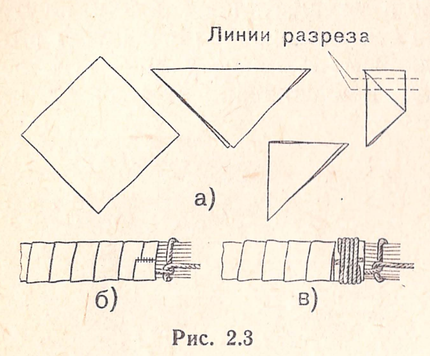


Рис. 2.3

Конец защитной обмотки закрепляют, зашивая его к предыдущему витку (рис. 2.3*б*), либо накладывая оклетневку толстой вощеной ниткой (рис. 2.3*в*). Хлорвиниловую трубку для закрепления необходимо на концах надрезать по образующей и затем туго наложить в этих местах оклетневку.

6. Снять жгут с доски. Прежде чем вытаскивать шпильки и снимать вывязанный жгут, нужно каким-либо способом пометить концы проводов, если есть хоть малейшая возможность того, что они могут быть перепутаны. Для обозначения концов можно рекомендовать ряд приемов: завязать на конце проводов определенное для каждого число узелков, прикрепить бирки с надписями, перевязать провода куском провода с узелком для обозначения стороны начала отсчета, продеть концы в отверстия в полоске картона, надеть на концы маркированные манжетки из кабельной бумаги или хлорвиниловой трубки. Все эти приемы показаны на рис. 2.4.

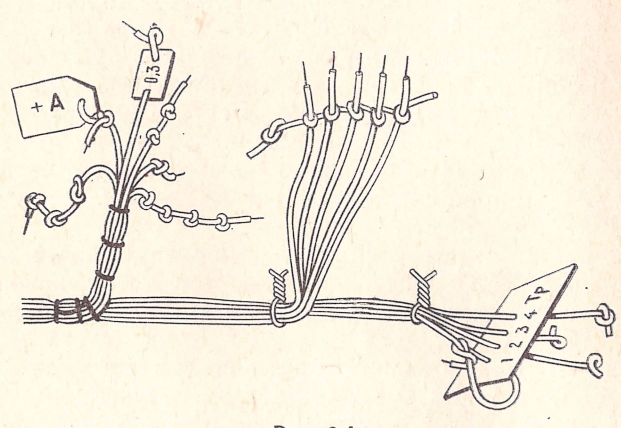


Рис. 2.4

Если возникли сомнения в назначении концов жгута, его обязательно следует прозвонить, т. е. проверить омметром, батарейкой с лампочкой или другим способом соответствие отдельных концов их назначению, иначе потом придется затратить несоизмеримо

больше времени на отыскание ошибок в уже смонтированном устройстве.

После того, как шаблон снят с доски его, нужно выгнуть в соответствии с расположением радиокомпонентов в устройстве и разделать концы проводов. Способ разделки зависит от марки проводов и уже разбирался в гл. 1. При этом нужно не растрепать жгут и помнить о необходимости получить петли возле выводов компонентов.

7. Впаять жгут на место. Уложив жгут на нужное место в устройстве, можно приступить к подпаиванию концов проводов к выводам элементов. При этом нужно заботиться не только об обеспечении надежного электрического соединения, но и о прочном механическом закреплении проводов. Если выводы деталей имеют форму штырей, то зачищенная от изоляции часть провода должна быть обернута вокруг штыря, а если форму ушек — продета через отверстие и загнута.

В тех случаях, когда провода жгута распаивают на разъем, гребенку или другую деталь, в которой выводы расположены близко один к другому, распайку нужно вести в такой последовательности, чтобы уже запаянные провода не мешали работать паяльником.

Очень часто перед распайкой на каждый провод надевают кусочек хлорвиниловой трубки и сразу после окончания пайки пинцетом сдвигают на еще горячее место пайки. Размягчаясь от нагрева, такая трубка плотно охватывает место пайки, закрывая и изолируя весь участок.

Для того чтобы готовое изделие имело красивый и опрятный вид, надо выправить впаянный жгут особенно у выводов элементов. Инструменты для этой работы, называемые «правильками», показаны на рис. 2.5. Они могут быть изготовлены из стальной проволоки диаметром примерно 3 мм. На этом же рисунке показан участок впаянного жгута после окончания правки.

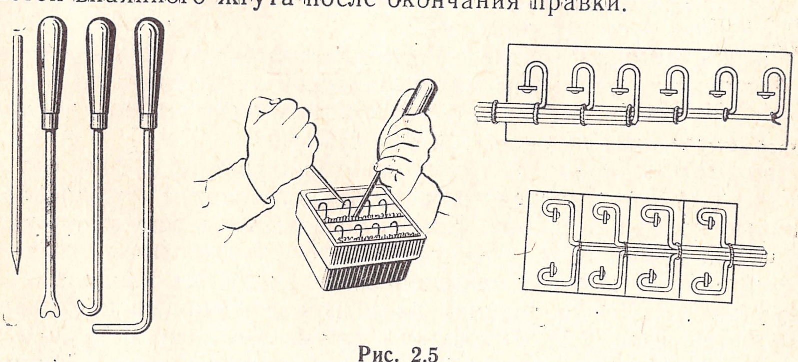


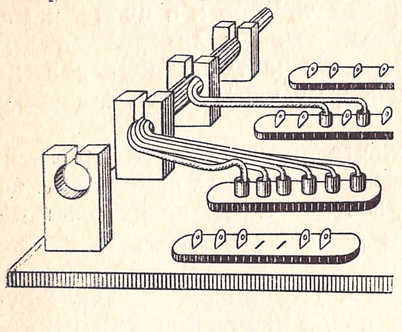
Рис. 2.5

ЗАДАНИЕ

По указанию преподавателя изготовить и впаять на место жгут проводов для конкретного устройства: телефонного аппарата, небольшого выпрямителя, авометра и т. п.

Получив принципиальную схему этого устройства и шасси с уже установленными на нем компонентами, учащийся обязан составить таблицу соединений, подготовить и разметить доску для шаблона, выложить и увязать провода, заделать и залудить концы и впаять жгут на место. Все эти работы должны быть выполнены учащимся самостоятельно и преподавателю следует предъявить нормально действующее устройство.

Монтаж с трассировкой проводов. В некоторых конструктивных решениях удобнее предусмотреть определенное число специальных установочных деталей, имеющих своим назначением удерживать соединительные провода, образующие жгуты. Это могут быть, например, пластмассовые стойки с фигурным вырезом, показанные на рис. 2.6. Через прорезь, в соответствии с таблицей соединений, закладывают поочередно провода, распаивая концы каждого на соответствующие выводы компонент. В результате этой работы получается жгут проводов, но только не увязанный ниткой, а схваченный рядом стоек.



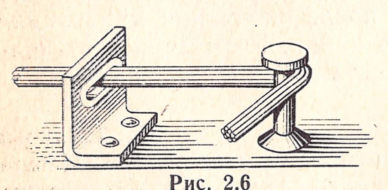


Рис. 2.6

Если устройство имеет пластмассовое основание, провода прокладывают по заранее предусмотренным каналам, вокруг выступов и т. п. частей основания. В металлических шасси роль элементов конструкции, удерживающих провода, могут выполнять отверстия. Эти отверстия для защиты от повреждения изоляции проводов обычно армируют пластмассовыми втулочками.

Шаблонированный монтаж и монтаж с трассировкой проводов не может быть механизирован и в силу этого отличается малой производительностью и значительным числом ошибок, всегда свойственных ручному монтажу.

Монтаж методом крутки. Монтаж методом крутки впервые был разработан для устройств автоматической телефонии, но получил большое распространение и в устройствах электроники, в частности в электронных вычислительных машинах.

При этом особенность такого монтажа состоит в том, что соединение проводов посредством пайки заменяется соединением с помощью холодной сварки. Контактные выводы всех компонентов устройства выполняют в форме штырей квадратного сечения, а соединительный провод, зачищенный у конца от изоляции, туго накручивается (5—10 витков) на штырь с помощью крутильного «пистолета» (рис. 2.7). Последний, кроме рукоятки с курком, содержит небольшой электродвигатель, соединенный через фрикцион и понижающий редуктор с рабочим органом — наконечником, имеющим отверстие для надевания на штырь и прорезь для захвата провода. В процессе крутки зачищенная часть соединительного провода, захваченная рабочим органом, туго, виток к витку,

накручивается на штырь. Так как усилие нажатия провода оказывается сосредоточенным в основном на острых ребрах штыря и превышает предел текучести материала, то металл провода и штыря проникают один в другой, происходит холодная сварка, обеспечивающая малое электрическое переходное сопротивление. Кор-

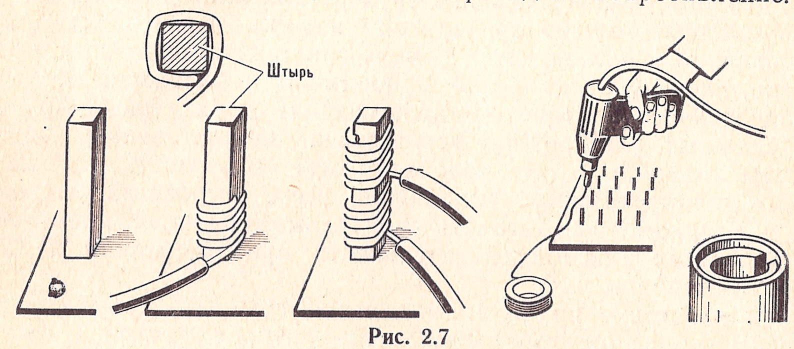


Рис. 2.7

розия в месте контакта, практически, не происходит в течение многих лет. При этом отпадает необходимость расходовать припой и флюс, нагревать детали. Наличие в пистолете фрикциона, ограничивающего передаваемое усилие, обеспечивает необходимую однородность натяжения провода на крутке и делает такое соединение вполне надежным.

Монтаж методом крутки вручную можно осуществлять по-разному: с хаотическим расположением соединительных проводов и с трассировкой их соответственно указаниям таблиц проводов. Обычно устройство, в котором надлежит выполнить монтаж, конструируют таким образом, чтобы все контактные штыри стояли на одной плоскости, которую принято называть плоскостью генмонтажа (от слов «генеральный» и «монтаж»). В различных стойках и шкафах, содержащих ТЭЗ, — это стенка, куда выходят выводы штепсельных разъемов, в которые вставляют ТЭЗ.

В связи с усложнением устройств, роста общего числа монтажных соединений каждого, а также со стремлением максимально автоматизировать производство разработаны станки, осуществляющие монтаж методом крутки автоматически.

При подготовке автоматизированного изготовления соединений сначала разрабатывают программу работы станка. Эту программу записывают на перфоленте, т. е. фиксируют в форме отверстий — пробивок на бумажной ленте. Перфоленту заправляют в считывающее устройство, в котором лента движется, и в зависимости от числа и расположения отверстий выдаются командные сигналы на станок.

Станок содержит раму с рабочей головкой. Эта головка может перемещаться на раме по двум координатам под управлением двух командных электродвигателей. В самой головке также имеется два электродвигателя, один из которых осуществляет крутку, а другой производит операции по зачистке и обрезке провода.

СХЕМЫ

Современный расцвет радиоэлектроники в немалой степени обязан постепенно сформировавшейся системе схемной документации, особого рода чертежей. Эти чертежи, благодаря целесообразному использованию зрительной памяти, пространственных представлений и особенностей психологии технического мышления человека, позволяют наиболее эффективно и экономно обдумывать электрические процессы, протекающие в различных, иногда очень сложных, электронных устройствах. Замечательным качеством схем является то, что человек может обдумывать их, отвлекаясь от конструктивного исполнения всего устройства радиодеталей и целиком сосредоточить свои размышления на электрических процессах или последовательности преобразования и прохождения сигналов.

В нашей стране правила выполнения схемной документации изложены в ряде государственных стандартов, входящих в состав Единой Системы Конструкторской Документации (ЕСКД).

В соответствии с ЕСКД различают следующие типы схем:

Структурная схема (прежде ее называли «блок-схема»). Она изображает основные крупные функциональные части изделия и основные связи между этими частями. При этом функциональные части (т. е. такие, которые можно считать электрически законченными и независимыми, например, усилители, генераторы, триггеры и т. п.) условно изображают простыми геометрическими фигурами, квадратами, прямоугольниками, а связи между этими частями — линиями, условно изображающими порой не один провод, а целый пучок.

Структурные схемы позволяют понять, изучить или объяснить только основные идеи взаимодействия относительно крупных частей изделия, не отвлекаясь при этом на технические подробности. Поскольку простые геометрические фигуры условных обозначений получаются очень однообразными по внешнему виду, их сущность раскрывают простановкой внутри символов или возле них цифр, текстовых надписей или условных знаков с тем, чтобы с одного взгляда легко можно было опознать назначение или действие узла. Помимо этого на структурной схеме часто размещают упрощенные временные графики, указывающие на форму сигналов в разных точках устройства, величину частоты в цепях связи и др. сведения, облегчающие понимание процессов.

На рис. 2.8 показан в качестве примера участок структурной схемы одного из промышленных устройств.

В составе ЕСКД есть ГОСТ 2.737, специально посвященный системе условных обозначений в структурных схемах устройств связи. Стоит обратить внимание на символ преобразователя — квадрат, разделенный диагональю на две части. В одной из них указываются параметры сигнала перед преобразованием, в другой — после преобразования. В этом же стандарте оговорены и знаки, наглядно изображающие в структурных схемах функцио-

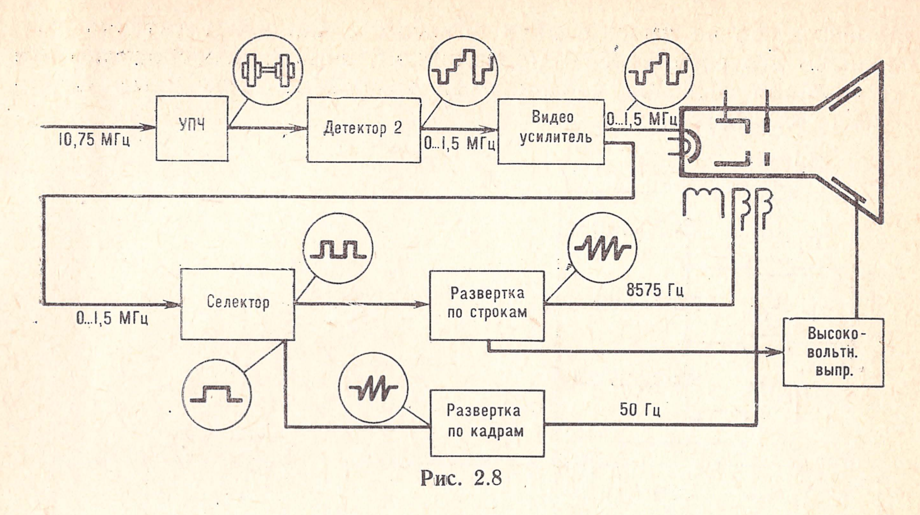


Рис. 2.8

нальное назначение узлов, характер сигналов, вид модуляции и т. п. Несколько примеров таких символов приведены на рис. 2.9.

Другие ГОСТ из ЕСКД дают условные обозначения для ус-

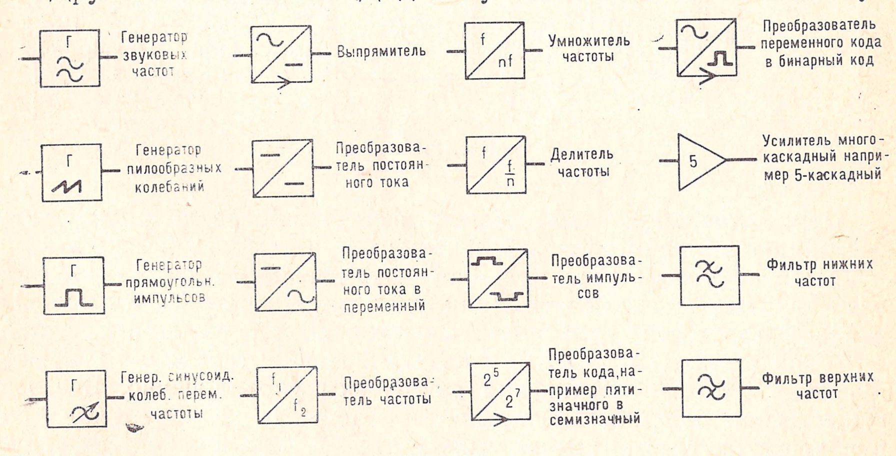


Рис. 2.9

тройств телефонной и телеграфной аппаратуры, вычислительной техники, квантовых генераторов и усилителей.

Принципиальная схема. На такой схеме изображают все электрические элементы изделия и все электрические соединения между ними в виде условных графических обозначений. Начертание условных графических обозначений элементов стандартизировано и каждое из них отображает только идею работы элемента, и не связано с его электрическими параметрами, размерами, конструктивным исполнением. Электрические связи между элементами условно показаны линиями. Каждая линия указывает только на факт электрического соединения между определенными точками

элементов, но не имеет задачи объяснить, как конструктивно выполнено это соединение — проводником, шиной, непосредственным спаиванием выводов соединяемых компонент либо иным способом (рис. 2.10).

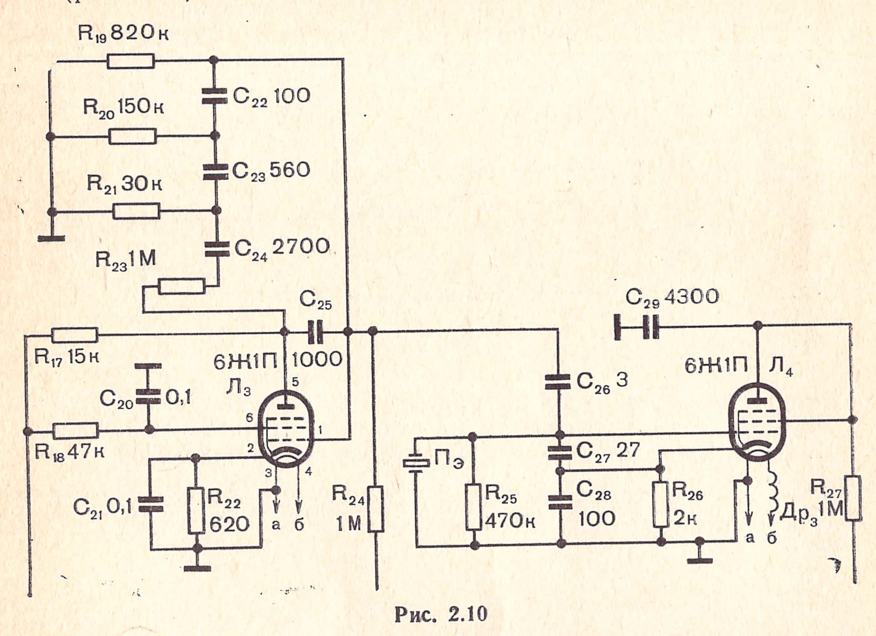


Рис. 2.10

Принципиальная схема обычно несет наиболее подробную информацию об элементах, соединениях и процессах в изделии, и является основным (как правило) документом в ходе разработки и эксплуатации устройства. Принципиальная схема вся размещена в одной плоскости — плоскости чертежа, хотя в реальном устройстве компоненты и провода располагаются в трехмерном пространстве. Детали и соединения размещены упорядоченно. Все это существенно облегчает опознавание отдельных узлов, беглое чтение чертежа. Очень важно, чтобы всякий, кто должен работать со схемами, хорошо знал значение всех символов, умел в уме переходить от схемы к реальному устройству и обратно.

Функциональная схема. Для сложных устройств принципиальная схема оказывается слишком громоздкой и разбираться в ней трудно. В этом случае используют дополнительно функциональные схемы, состоящие из таких же символов, как принципиальные, но подчиненные одной только главной цели: разъяснить определенные процессы, протекающие в изделии или его функциональных частях, а также показать роль отдельных элементов или их групп в этих процессах. Все же остальное из исходной принципиальной схемы, не имеющее отношения к данному процессу, в функциональной схеме опускают (рис. 2.11*а*).

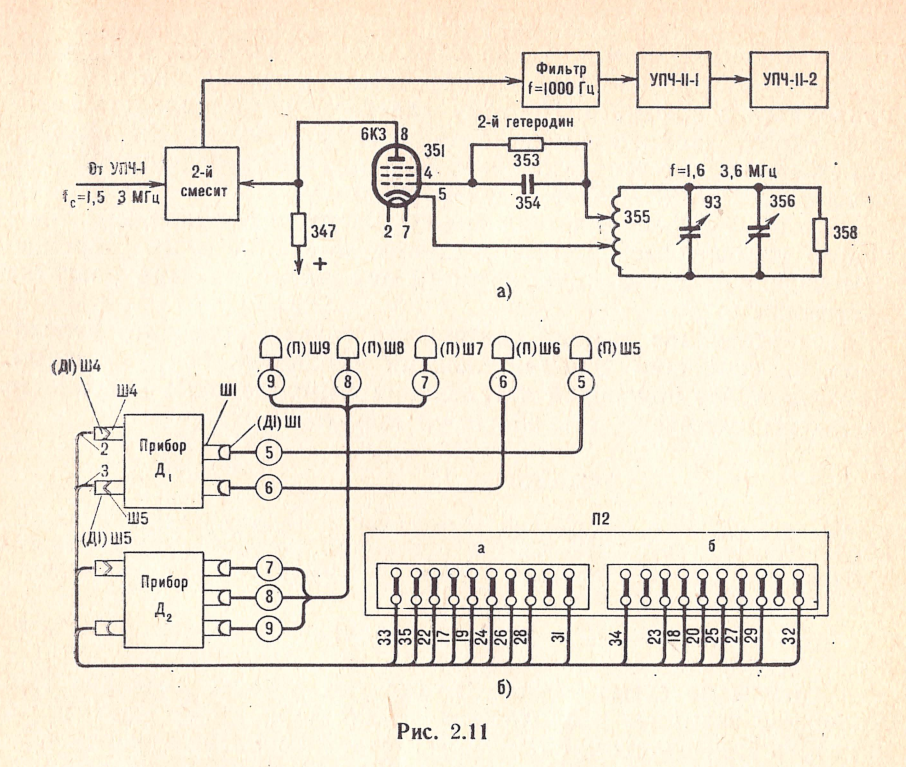


Рис. 2.11

Схема соединений. Такая схема показывает все соединения элементов в изделии и определяет провода, жгуты или кабели, которыми должны осуществляться эти соединения, а также места их подключения и ввода (клеммы, разъемы, проходные изоляторы и т. п.). Таким образом, схема соединений дополняет принципиальную, в которой эти вопросы не находят своего отображения.

Схемы такого вида подразделяют на схемы внутренних соединений (монтажные), отображающие соединения между отдельными элементами в блоке, стойке или шкафу, и схемы внешних соединений, показывающие проводные и кабельные связи между отдельными составными частями объекта (между стойками, блоками, пультами и т. п.).

Другие виды схем. ЕСКД предусматривает возможность применения ряда схем, которые здесь нет смысла подробно рассматривать. Таковыми являются:

— схема подключений, показывающая все внешние связи для данного устройства;

— схема общая, т. е. схема соединений отдельных пультов, стоек и т. п.;

— комбинированная или совмещенная схема, показывающая не только электрические, но также и гидравлические или пневматические связи между отдельными элементами устройства или установки.

Овладение техникой чтения схем. Общеизвестно, что знание алфавита еще не означает умения читать, хотя начинать все же приходится с алфавита. Поэтому для того, чтобы овладеть навыками чтения схемной документации, необходимо сначала выучить хотя бы основные условные обозначения из числа тех, которые собраны в ГОСТ 2.721—2.748, а также 2.750 и 2.751.

Условные обозначения на схемах часто сформированы, как сильно упрощенные рисунки реальных элементов в их современном виде или в том виде, который они имели на заре развития электроники.

Для уточнения смысла символов в случае, когда это необходимо, их снабжают дополнительными надписями или значками. Для еще более подробной детализации смысла значки могут быть снабжены индексами, т. е. значками значков.

ЗАДАНИЕ

Выучить условные графические обозначения в схемах: ГОСТ 2-721—68, ГОСТ 2-748—68, ГОСТ 2-750—68, ГОСТ 2-751—68. Получить у преподавателя схему-задание, пронумеровать все символы и привести таблицу расшифровки значений каждого из символов.

Для чтения понимания идеи принципиальной схемы очень важно, каким образом сгруппированы отдельные символы.

Символы на схеме обычно группируют в узлы, имеющие традиционное взаимное расположение. Благодаря этому удается узнать весь узел целиком, с одного взгляда. Если те же символы расположить в ином порядке, сохранив фактически схему неизменной, узнать узел становится трудно. Исходя из этих соображений, нужно приучить себя при чтении принципиальной схемы расчленять ее на самостоятельные участки, например, на отдельные каскады в усилителе.

В правильно построенных схемах чтение (по ходу движения сигналов) как и в тексте осуществляется слева направо, хотя в некоторых типах, например в схемах автоматики, иногда предусматривается чтение сверху вниз. Когда попадается для прочтения неудачно составленная, неправильно построенная схема, ее лучше перечертить и привести начертание к привычной форме. Такую же работу невольно приходится проделывать, снимая принципиальную схему с незнакомого реального устройства. Сначала, прослеживая реальные соединения, необходимо отразить на бумаге условными обозначениями фактические связи между компонентами. Необходимо понять, что же за узлы образуют это устройство и после этого перечертить схему заново уже в привычном виде.

Основными компонентами для преобразования сигналов являются активные элементы (вакуумные или полупроводниковые приборы), поэтому их символы удобно брать за основу принципиальной схемы, а вокруг каждого из них компановать символы остальных компонент.

В некоторых случаях для удобства размышлений над схемой части символов отдельных компонентов разносят в разные места чертежа. Так поступают, например, во многих схемах релейной автоматики, помещая символ обмотки в одном месте, а символы контактных групп — в других. В этом случае принадлежность символов к одному физическому компоненту обозначается путем простановки возле них одинаковых надписей (например Р10).

В ЕСКД установлены правила только для начертания символов, но почти ничего не сказано о компановке символов в схему. Между тем чтение схемы порой сильно затрудняется неудачным взаимным расположением символов, при котором соединительные линии получают лишние перегибы и образуют пересечения, которых можно бы избежать. Добросовестный составитель схемы должен в процессе ее окончательного оформления добиваться максимальной ее удобочитаемости.

Многие устройства, особенно из области проводной многоканальной связи и вычислительной техники, содержат в своих схемах однотипные узлы. Для облегчения чтения принципиальных схем таких устройств подробно изображают схему одного из однотипных узлов, а остальные представляют только внешними контурами типовых участков схемы, располагая их по возможности либо по одной горизонтали, либо по вертикали. Этот принцип — расположения по одной прямой — полезно применять во всех случаях, когда компоненты имеют одинаковое назначение. Тогда, разобрав по схеме действие одного из них, не потребуется разбирать другие.

В больших принципиальных схемах, которые приходится изучать по описанию, иногда бывает непросто разыскать определенный символ, например, катушку L_{55}. Для облегчения поиска прибегают к одному из двух приемов. Первый из них заключается в том, что на рамке чертежа наносят равные отрезки, обозначая их, как на шахматной доске, буквами и цифрами. В описании, называя элемент, указывают одновременно квадрат, где он находится.

Другой прием заключается в том, что над чертежем помещают три линии: одну для R, другую для C и третью для L. У каждой из линий помещают цифры номеров тех компонент, которые находятся под этим местом линий на вертикали. Таким образом, для того, чтобы разыскать символ катушки L_{55}, нужно на линии L найти цифру 55 и дальше искать символ на вертикальной линии, мысленно проведенной через место расположения этой цифры.

МОНТАЖ ЛАМПОВЫХ И ТРАНЗИСТОРНЫХ УСТРОЙСТВ

Трехкаскадный УНЧ с однотактным выходом и четырехкаскадный УНЧ с двухтактным выходом. В этой работе осваиваются навыки монтажа многоламповых устройств по принципиальной и монтажной схемам.

На рис. 2.12 представлены две схемы усилителей: рис. 2.12*а* — схема трехкаскадного усилителя низкой частоты с однотактным выходом и рис. 2.12*б*. — схема четырехкаскадного усилителя с двухтактным выходом.

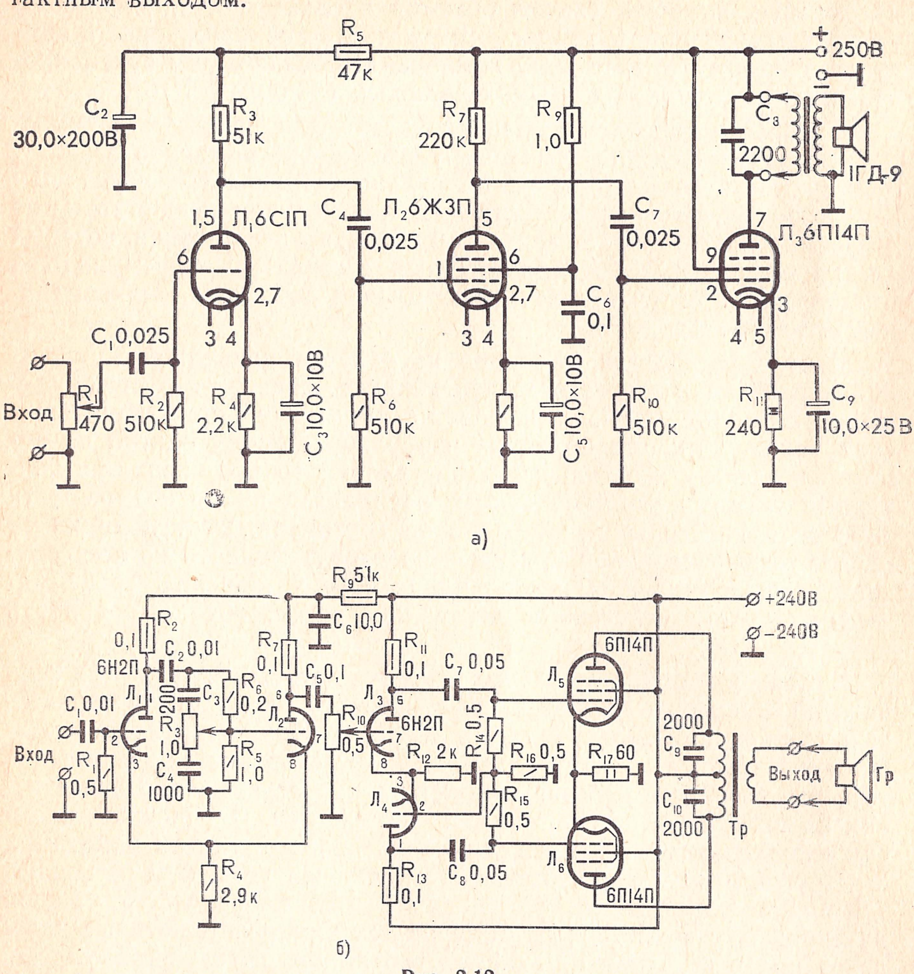


Рис. 2.12

Однотактный усилитель, схема которого приведена на рис. 2.12*а*, состоит из трех каскадов: два каскада с нагрузкой на резистор и один (выходной каскад) с нагрузкой на громкоговоритель через согласующий трансформатор.

Усилитель должен обеспечивать неискаженное усиление сигнала, т. е. на выходе сигнал должен быть большей амплитуды (или мощности), но иметь такую же неискаженную форму. Если же сигнал на выходе по форме отличается от сигнала на входе, это свидетельствует о том, что имеют место так называемые нелинейные искажения, происходящие из-за непрямолинейности формы характеристик ламп.

Рассмотрим, как работает усилитель (рис. 2.12*а*). Напряжение сигнала со входных зажимов поступает на потенциометр R_1, который является регулятором усиления. Если движок потенциометра установить в верхнее положение (на

схеме), то входной сигнал без ослабления будет поступать через конденсатор на управляющую сетку лампы $Л_1$. Если же движок потенциометра перемещать вниз, входное напряжение сигнала попадает на управляющую сетку $Л_1$ все более ослабленным. Таким образом, можно регулировать громкость. Конденсатор C_1 является разделительным, он не пропускает постоянное напряжение на сетку лампы $Л_1$. Для работы первого каскада необходимо подать постоянное напряжение на анод и на управляющую сетку лампы $Л_1$. Эти два напряжения определяют режим работы лампы по постоянному току.

Анодное напряжение лампы, т. е. напряжение между анодом и катодом создается за счет источника напряжения $E_а=250$ В, присоединенного к аноду через резистор R_3. Если лампа заперта, т. е. ее анодный ток равен нулю (а это происходит при большом отрицательном смещении на сетке), то анодное напряжение оказывается равным эдс источника анодного питания: $U_а=E_а$. В данном случае лампа $Л_1$ никогда не бывает запертой, через нее протекает анодный ток, на резисторе анодной нагрузки R_3 происходит падение напряжения и напряжение на аноде лампы оказывается меньше эдс питания: $U_а=E_а-i_аR_3$. Оптимальная величина R_3 для триодов практически лежит в пределах 10—100 кОм. Если использовать резистор другой величины сопротивления, то усиление каскада окажется меньше возможного.

Катодный ток (при отсутствии тока сетки катодный ток является одновременно анодным $i_к=i_а$), проходя по резистору автоматического смещения R_4, создает на нем падение напряжения $E_с$, плюс которого оказывается приложенным к катоду, а минус к общему корпусу. Так как в цепи управляющей сетки тока нет, то все напряжение смещения $E_с$ минусом будет приложено к сетке автоматически, создавая на ней напряжение, необходимое для нормальной работы.

При уменьшении R_4, относительно расчетной величины, напряжение смещения будет уменьшаться.

Конденсатор C_3 шунтирует R_4 по переменному току. Сопротивление конденсатора C_3 для переменного тока гораздо меньше, чем R_4, поэтому переменная составляющая катодного тока, а она появляется при наличии сигнала, почти не создает падения напряжения на элементах автоматического смещения, и режим работы лампы остается неизменным. В качестве C_3 обычно используется электролитический конденсатор. При монтаже этого конденсатора нельзя забывать, что электролитические конденсаторы полярны, поэтому его нужно включать положительным выводом на катод лампы, а отрицательным (корпусом) — на шасси.

Резистор R_2 служит для отвода зарядов с управляющей сетки на корпус и называется сопротивлением утечки сетки. Величину R_2 обычно выбирают приблизительно равной 0,5—1 МОм. С точки зрения отвода зарядов с сетки можно было бы выбрать R_2 гораздо меньшей величины, но тогда шунтировался бы входной сигнал. Если, наоборот, R_2 взять большей величины, то даже незначительный ток сетки создаст на нем значительное падение напряжения. Это напряжение будет изменять отрицательное напряжение смещения.

Конденсатор C_4 называется разделительным. Он не пропускает постоянную составляющую анодного напряжения на управляющую сетку следующего каскада. В случае попадания постоянной составляющей анодного напряжения $Л_1$ положительной полярности на сетку $Л_2$ (а это может произойти при пробое, закорачивании или утечке в C_4) у $Л_2$ сильно возрастает анодный ток, что может вывести ее из строя.

Конденсатор C_4 (обычно имеет величину 0,01—0,05 мкФ) для переменного тока представляет определенное сопротивление (реактивное), и часть напряжения, снимаемого с первого каскада, теряется на этом сопротивлении. Особенно большим сопротивление конденсатора C_4 будет для наиболее низких частот сигнала. Так, например, для частоты $f=100$ Гц сопротивление конденсатора $C_4=$ $=0{,}025$ мкФ будет равно:

$$X_{C_4}=\frac{1}{\omega C_4}=\frac{1}{2\pi f C_4}=\frac{1}{2\pi\cdot 100\cdot 0{,}025\cdot 10^{-6}}\approx 65 \text{ кОм}.$$

Если последовательно с конденсатором C_4 включено $R_6=510$ кОм, то на C_4 будет падать 65/510 части анодного напряжения $Л_1$ или 12,7%. Это значит, на управляющую сетку следующей лампы $Л_2$ поступит только 87,3% напряжения сигнала. Для других частот это соотношение будет несколько иным. Получается, что разные частоты будут усиливаться по-разному. Возникнут частотные искажения. Казалось бы, тогда нужно всемерно увеличивать C_4, однако с ростом разделительной емкости увеличивается утечка постоянного анодного напряжения через конденсатор на сетку следующей лампы, повышающая потенциал этой сетки и нарушающая нормальный режим работы. Кроме того, увеличение емкости будет иметь следствием увеличение габаритов конденсатора, что вызовет возрастание емкости между обкладками конденсатора и корпусом усилителя (шасси). Эта паразитная емкость $C_{пар}$ включена параллельно входной емкости лампы $Л_2$ и выходной емкости лампы $Л_1$. Суммарная емкость $C_0=$ $=C_{пар}+C_{ск\,Л_2}+C_{ск\,Л_1}+C_{монтажа}$.

Чтобы выяснить влияние емкости C_0 на нагрузку лампы $Л_1$, рассмотрим такой реальный пример: $R_э=51$ кОм, $C_0=50$ пФ. На $f=1000$ Гц реактивное сопротивление емкости C_0

$$X_{C_0}=\frac{1}{\omega C_0}=\frac{1}{2\pi f C_0}=\frac{1}{2\pi\cdot 1000\cdot 50\cdot 10^{-12}}\approx 3\ \text{МОм}$$

и емкость почти не шунтирует $R_э$. Еще меньше C_0 будет шунтировать $R_э$ на более низких частотах. Иначе будет обстоять дело на $f=10\,000$ Гц

$$X_{C_0}=\frac{1}{2\pi\cdot 10.000\cdot 50\cdot 10^{-12}}\approx 300\ \text{кОм}.$$

Общее сопротивление нагрузки на этой частоте заметно уменьшится. Таким образом, C_0 приводит к появлению зависимости величины нагрузки от частоты, а это, в свою очередь, имеет следствием зависимость от частоты и коэффициента усиления каскада, т. е. к появлению частотных искажений.

Термин «частотные искажения» относится к явлению, обычно нежелательному, заключающемуся в том, что отдельные частоты сложного многочастотного сигнала усиливаются по-разному. В результате сигнал на выходе оказывается искаженным, по форме отличающимся от входного. Поэтому не стоит брать конденсатор C_4 больше 0,1 мкФ. По этим же причинам большая емкость монтажных проводов приводит к значительным частотным искажениям на верхних частотах звукового диапазона. В связи с этим при монтаже усилителя нельзя использовать длинные соединительные проводники, идущие близко друг к другу или по шасси.

Резистор R_5 и конденсатор C_2 образуют так называемую развязку, т. е. фильтр, который почти полностью устраняет связь между первой лампой и остальными. Эта связь возникает через внутреннее сопротивление источника питания. Переменная составляющая анодного тока ламп, особенно выходной лампы, протекая по внутреннему сопротивлению источника питания, создает на этом сопротивлении падение напряжения, которое окажется приложенным к управляющим сеткам ламп $Л_2$ и $Л_3$ соответственно через R_3C_4 и R_7C_7. Из этих напряжений практически наибольшим является то, которое создает выходная лампа, а остальными можно пренебречь. В связи с тем, что каждая лампа, включенная по схеме с общим катодом, поворачивает фазу напряжения на 180°, то к сетке $Л_3$ это напряжение обратной связи будет приложено в противофазе, а к сетке $Л_2$ в фазе с сигналом, т. е. на $Л_2$ будет действовать положительная обратная связь, которая может вызвать возбуждение усилителя. При наличии развязки будет создаваться падение напряжения на R_5, а цепь R_3, C_4, R_6, через которую могло бы попасть паразитное напряжение на сетку $Л_2$, зашунтирована конденсатором C_2, имеющим малое сопротивление для переменной составляющей напряжения обратной связи.

Сигнал, усиленный первым каскадом, поступает на управляющую сетку $Л_2$. Второй каскад выполнен на пентоде, по схеме он отличается от первого каскада наличием резистора R_9 и конденсатора C_6. На экранирующую сетку $Л_2$ через R_9 попадает часть напряжения E_a. Ток экранирующей сетки создает на этом

резисторе падение напряжения Δu так, что $E_а—\Delta u=u_э$. Ток экранирующей сетки лампы зависит от напряжения на управляющей сетке, между тем, как напряжение на экранирующей сетке должно быть неизменным. Поэтому переменную составляющую тока экранирующей сетки приходится закорачивать на корпус конденсатором C_6.

Во втором каскаде усиления отсутствует фильтр развязки, паразитная обратная связь через источник питания этого каскада с предыдущим не возбуждает генерацию, а подавляет ее. Автоматическое смещение получается с R_8 в катоде (не обозначено на схеме), величиной 3 к, заблокированного C_5.

В третьем каскаде, собранном на лампе 6П14П, сигнал усиливается по мощности. Выходной трансформатор согласует малое сопротивление нагрузки (динамический громкоговоритель имеет сопротивление 4—8 Ом) со значительным выходным сопротивлением лампы.

Первичная обмотка трансформатора зашунтирована конденсатором C_8. При отсутствии конденсатора C_8 с увеличением частоты сигнала будет увеличиваться усиление каскада, так как индуктивное сопротивление трансформатора ($\omega L_{тр}$), нагружающего лампу, прямо пропорционально частоте.

Сопротивление конденсатора C_8 с увеличением частоты падает и общее сопротивление нагрузки остается почти неизменным. Таким образом, конденсатор C_8 имеет назначение корректировать (выравнивать) частотную характеристику.

Рассмотрим работу схемы рис. 2.12*б*. Первый и второй каскады работают в качестве усилителей напряжения, третий каскад выполняет роль фазовращающего каскада, а четвертый служит выходным, усиливает мощность.

Цепочка, состоящая из конденсаторов C_3, C_4 и резисторов R_3, R_5, R_6, служит для регулировки тембра. Работу этой части схемы легче понять, если временно считать, что R_6 и R_5 отсутствуют. Цепочка, состоящая из C_3 и части (до движка), R_3, включена последовательно в тракт сигнала. Сигналы высоких частот проходят по ней практически беспрепятственно, низких ослабляются из-за наличия емкости C_3. Уменьшая часть сопротивления резистора R_3, перемещением движка вверх, будем облегчать путь высоким частотам сигнала, т. е. увеличивать амплитуды этих частот. Конденсатор C_4 и нижняя часть R_3 включены параллельно входу $Л_2$ и шунтируют его по высоким частотам, чем способствуют подъему амплитуд низких частот. Если сдвинуть движок R_3 вверх, то действие этой цепочки ослабится. Резисторы R_5 и R_6 делают форму регулировочной характеристики тембра удобной для работы.

В двухтактном выходном каскаде постоянные составляющие анодных токов ламп текут по обмотке трансформатора во встречных направлениях, взаимно уничтожают друг друга и сердечник не подмагничивается, искажения существенно уменьшаются; кроме того, открывается возможность намного уменьшить размеры выходного трансформатора. Для такой двухтактной работы на сетки этих ламп нужно подавать напряжения, сдвинутые по фазе на 180°, чтобы переменные составляющие анодных токов в трансформаторе имели одинаковую фазу.

Для того чтобы однотактный второй каскад связать с двухтактным оконечным каскадом, в данном усилителе применен двухламповый фазоинверсный (фазопереворачивающий) каскад на лампах $Л_3$ и $Л_4$. Напряжение, поданное на сетку лампы $Л_3$, усиливается ею и с анодной нагрузки R_{11} через конденсатор C_7 подается на сетку лампы $Л_5$. В лампе $Л_3$, как и во всех лампах с анодной нагрузкой, одновременно с усилением происходит поворот фазы усиливаемого напряжения на 180° (при положительном потенциале на сетке увеличивается анодный ток и падение напряжения на R_{11}, вследствие чего потенциал анода лампы падает, т. е. плюсу на сетке соответствует минус на аноде). По этой причине напряжение на сетке лампы $Л_5$ будет в противофазе с входным напряжением на $Л_3$. Часть напряжения с выхода $Л_3$ через делитель напряжения, образованный резисторами R_{14} и R_{16}, попадает на сетку $Л_4$. Здесь одновременно с усилением происходит поворот фазы еще на 180°. Поэтому на сетку $Л_6$ через C_8 поступает напряжение, сдвинутое по фазе относительно входного на $Л_3$ на 180°+ +180°=360°, т. е. синфазное с напряжением на входе $Л_3$ и противофазное тому, которое приложено к сетке $Л_5$.

Для улучшения качества усиления, для более равномерного усиления сигналов различных частот в схеме второго усилителя предусмотрен целый ряд отри-

цательных обратных связей, т. е. каналов, по которым напряжение возвращается и складывается со входным в противофазе, уменьшая искажения. Такие обратные связи образуются через незаблокированные конденсаторами резисторы R_4, R_{12}, R_{17}. На этих резисторах происходит падение напряжения от переменных составляющих соответствующих анодных токов.

ЗАДАНИЕ

В зависимости от указания преподавателя нужно собирать первую или вторую схему (рис. 2.12*а* или рис. 2.12*б*). Преподаватель устанавливает также характер выполнения монтажа: монтировать мелкие детали (конденсаторы и резисторы) на отдельных панельках или гребенках либо навешивать их на выводы ламповых панелей непосредственно. Характер монтажа может быть смешанным. Учащийся, получив и записав задание, прежде чем приступить к сборке усилителя, должен самостоятельно продумать размещение деталей усилителя и составить эскиз этого размещения по принципиальной схеме. Монтажную схему можно не составлять.

Эскиз размещения деталей рекомендуется выполнять карандашом на миллиметровой или клетчатой бумаге. Если детали располагаются друг под другом, их изображают более толстыми или цветными линиями, как это показано на примере, приведенном на рис. 2.13. Чертить эскиз нужно в натуральном масштабе от руки без помощи чертежных принадлежностей, если не удается сразу получить удачное взаимное расположение деталей, то можно из плотной бумаги вырезать силуэты используемых деталей в натуральную величину, перекладывая их на эскизе найти наиболее рациональное их размещение и зафиксировать. От правильности составления эскиза размещения деталей их взаимного расположения и выполнения монтажа будет зависеть работоспособность и ремонтоспособность смонтированного устройства. После того как эскиз будет одобрен преподавателем, можно приступить к монтажу.

Обе схемы усилителей монтируются на стандартном учебном шасси (например, рис. 2.14).

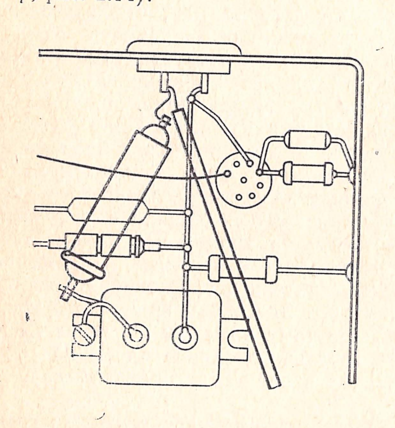
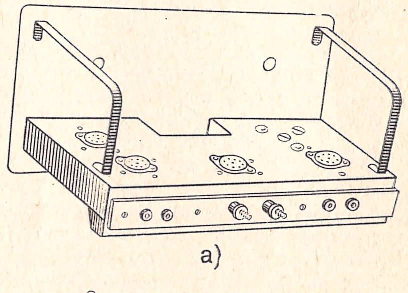


Рис. 2.13



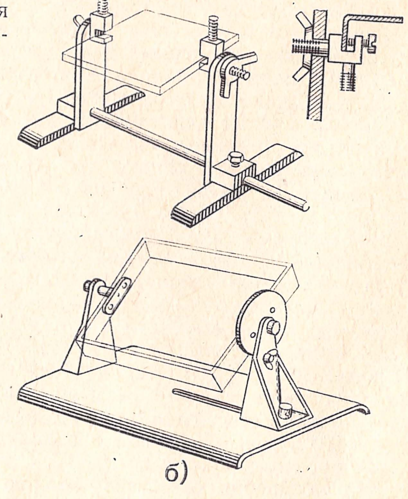


Рис. 2.14

При монтаже усилителя следует пользоваться специальной монтажной подставкой. Две возможные конструкции ее приведены на рис. 2.14*б*. Шасси в такой подставке можно закреплять с любым углом наклона, добиваясь удобного доступа к монтажу и хорошего освещения монтируемого участка усилителя. Для самоконтроля, если нет уверенности в безошибочности сборки схемы, нужно твердо помнить, что нумерация выводов лампы идет по часовой стрелке, если смотреть на цоколь или панельку снизу (с оборотной стороны), и не ошибаться при подпаивании выводов.

Детали или провода, относящиеся ко входным и выходным цепям усилителя нельзя располагать близко друг к другу, так как не исключена возможность появления влияния выходного сигнала на входные цепи (обратная связь). Такое влияние будет тем больше, чем больше каскадов содержит усилитель и чем длиннее провода во входной цепи усилителя. Эта обратная связь в зависимости от числа каскадов и ряда других обстоятельств, может быть, как положительной так и отрицательной. Положительная обратная связь увеличивает усиление, делает его неустойчивым и может привести к самовозбуждению, отрицательная — наоборот, уменьшает усиление. Подобные связи возникают случайно, не могут быть заранее учтены и нормированы и поэтому представляют собой нежелательное явление. Даже незначительное напряжение (порядка единиц милливольт), наведенное на входе, вызовет на выходе усилителя напряжение порядка единиц вольт. Провода на входе усилителя нужно стараться сделать возможно более короткими.

Если провод, соединяющий управляющую сетку первой лампы усилителя со входными клеммами, не удается сделать короче 40 мм, то его следует экранировать. Экранированную оболочку необходимо заземлить — создать хороший контакт на корпус усилителя.

Продумывая вопросы компановки усилителя, нужно предусмотреть такое размещение деталей, чтобы любую из них можно было беспрепятственно заменить в случае необходимости. Провода или детали не должны перекрывать друг друга; элементы крепления по возможности не должны быть общими для нескольких деталей и доступ к ним должен оставаться свободным.

Детали нужно закреплять так, чтобы надписи на них были хорошо видны. Это удобно для проверки и ремонта усилителя. Кроме того, следует обеспечить достаточную жесткость монтажа и стойкость его от повреждения при вибрациях и ударах. Детали, масса которых превышает 5 г., например, электролитические и переходные конденсаторы, следует закреплять специальными скобами или винтами. При установке электролитических конденсаторов, кроме механического закрепления, следует обеспечить и хороший электрический контакт между корпусом конденсатора и шасси устройства. Крепежные скобы обычно изготавляют из оцинкованной или декапированной мягкой стали, либо из мягкого дюралюминия.

Изгиб и пайку выводов деталей (конденсаторов, резисторов)

следует производить отступя не менее 5 мм от места их выхода из детали.

Если по каким-либо соображениям длинный провод приходится прокладывать не по шасси, то нужно стараться его закрепить в отдельных точках. Можно, например, в качестве таких опорных точек использовать незадействованные лепестки ламповых панелек. Иногда можно специально укрепить изолированные от шасси лепестки для поддержания проводов.

Планируя последовательность операций, лучше сначала предусмотреть облуживание всех выводов, подлежащих пайке, чтобы потом паять беспрепятственно. Пайку следует начинать с «земляных» концов, и если их много, то полезно прокладывать «земляную» шину из голого облуженного или посеребренного провода. После этого, как правило, прокладывают и пропаивают цепи накала. Питание лучше подводить к середине цепи накала. При большой длине цепи и подводке питания с одного конца может случиться, что у другого конца напряжение окажется недостаточным.

После того, как усилитель собран, нужно удалить капли припоя, мусор, обрезки проводов. Для проверки усилителя установить лампы, подать питающие напряжения, на выход присоединить громкоговоритель, на вход подать напряжение от проигрывателя или трансляционной сети. Если усилитель не работает и внешним осмотром монтажа не удается обнаружить ошибку в схеме или неисправность, то следует произвести покаскадную проверку схемы в действии, перемещая точку подключения напряжения подводимого сигнала от выходного каскада к входному. Подобный метод удобен в том отношении, что можно все время контролировать прохождение сигнала без дополнительного прибора, прослушивая сигнал через громкоговоритель.

Простейшую проверку усилителя низкой частоты можно провести, пользуясь фоном, который появляется, если прикоснуться пальцем или пинцетом к управляющей сетке лампы. Если при таком прикосновении к сетке оконечной лампы слышен фон или щелчок, то значит этот каскад работает (может быть не вполне полноценно) и можно переходить к проверке предыдущего каскада.

Более совершенная проверка делается так. До подачи питания измеряются величины сопротивления между гнездами панелей и шасси для одних резисторов и между гнездами панелей ламп и клеммой $E_а$ для других. Эти измерения кроме правильности собранной схемы дают возможность проверить и номиналы резисторов. Измерения проводятся омметром и результаты измерений оформляются в виде карты сопротивлений. Пример такой карты сопротивлений приведен на рис. 2.15*а*. Изображение ламповых панелек дается со стороны монтажа.

Убедившись, что величины сопротивлений соответствуют номиналам резисторов электрической схемы, можно подать на усилитель питание и проверить напряжения на электродах ламп относительно корпуса. Эти измерения можно сделать вольтметром

постоянного тока прибора Ц-435 и оформить в виде карты напряжений (рис. 2.15б). Карты сопротивлений и напряжений простых устройств можно выполнять на одном листе, причем над размерной линией указывается напряжение, а под ней сопротивление в данной цепи. Показав преподавателю карты сопротивлений и напряжений и получив одобрение, можно приступить к даль-

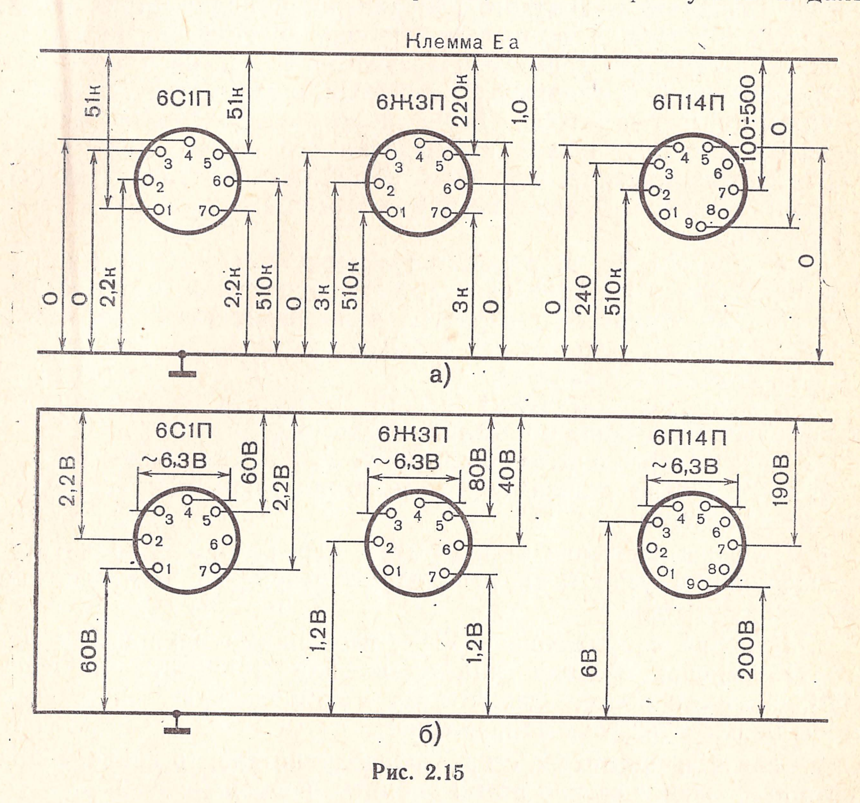


Рис. 2.15

нейшей проверке усилителя. Для этого необходим звуковой генератор и осциллоскоп. С помощью этих приборов можно измерить коэффициенты усиления и снять частотную характеристику, а по форме искаженной синусоиды определить, приблизительно, степень нелинейных искажений. Эти измерения нужно провести следующим образом. Установить на звуковом генераторе (ГЗ-33 или ГЗ-34) частоту 800—1000 Гц и выходное напряжение порядка сотых долей вольта. Соединить выход генератора со входом усилителя так, чтобы «корпусной» конец генератора был соединен с корпусом усилителя. Включить генератор, усилитель и осциллоскоп, установить переключатель развертки осциллоскопа на частоту 1000 Гц и подсоединить потенциальный конец кабеля к управляющей сетке лампы $Л_1$, а земляной конец на корпус усилителя. Теперь нужно, регулируя ручку осциллоскопа «Частота раз-

вертки», добиться устойчивого изображения на экране. Если осциллоскоп позволяет производить измерение напряжения, то, измерив напряжение на выходе первого каскада и разделив его на уже известное входное напряжение, получим коэффициент усиления этого каскада. В случае, если такие измерения данным осциллоскопом произвести нельзя, то можно определить величину амплитуд выходного и входного напряжений в миллиметрах на экране осциллоскопа и вычислить отношение. При измерении напряжений регулятор громкости (резистор R_1) должен быть полностью введен, т. е. на сетку $Л_1$ необходимо подавать весь сигнал, поступающий с генератора. Далее следует измерить выходное напряжение второго каскада и, разделив его на выходное напряжение первого каскада, высчитать коэффициент усиления второго каскада. Аналогично определяется коэффициент усиления третьего каскада.

Для определения частотной характеристики нужно осциллоскоп подключить параллельно громкоговорителю и, изменяя частоту сигнала звукового генератора при неизменной амплитуде входного сигнала, определить нижнюю и верхнюю границы полосы пропускания усилителя.

При выполнении монтажа нужно соблюдать следующие дополнительные указания по технике безопасности:

1. Пользоваться электропаяльником на 36 В или ниже.

2. УНЧ нужно подключать к выпрямителю, пока последний еще не включен в сеть.

3. После выключения выпрямителя, перед тем как прикасаться к проводникам усилителя, необходимо разрядить электролитические конденсаторы.

4. Измеряя напряжение в УНЧ, необходимо один вывод прибора с помощью зажима типа «крокодил» закрепить на шасси УНЧ, а другой вывод держать за изолированную часть щупа, чтобы не оказаться под напряжением.

5. Если в выпрямителе сгорел предохранитель, то сначала надо снять напряжение сети, а потом сменить предохранитель.

Особенности монтажа транзисторных устройств. Такие устройства имеют малые габариты компонент и тесное их расположение. Температурная стойкость транзисторов мала, поэтому паять их надо быстро и аккуратно. В ряде случаев приходится принимать специальные меры защиты деталей от перегрева во время пайки, так как в транзисторах внутренние элементы закреплены легкоплавким припоем и, что гораздо важнее, повышение температуры полупроводникового перехода выше определенной нормы нарушает структуру перехода. Поэтому самый незначительный перегрев транзистора может вывести его из строя.

Для того чтобы предупредить перегрев во время пайки, нужно паять вывод транзистора на расстоянии не менее 10 мм от его корпуса. Кроме этого, необходимо осуществлять интенсивный отвод тепла, для чего поддерживать вывод со стороны транзистора спе-

циальными плоскогубцами или пинцетом с медными губками (рис. 2.16*а*), как показано на рис. 2.16*б*.

Паять лучше маломощным паяльником мощностью 40—50 Вт. В случае, когда такого нет, на жало **паяльника** с большой мощностью следует надеть насадкой толстую медную проволоку (рис. 2.16*в*). Необходимо применять легкоплавкий припой, например ПОС-61, с температурой плавления 190°С.

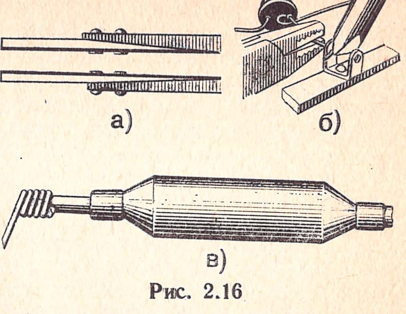


Рис. 2.16

При компановке, монтаже и наладке устройства на транзисторах необходимо выполнять следующие правила:

— нельзя располагать транзисторы вблизи нагревающихся элементов;

— нельзя загибать выводы ближе, чем на 10 мм от корпуса транзистора. Изгиб проводника должен быть сделан хотя бы с маленьким радиусом;

— нельзя включать транзисторы в цепь при подключенных источниках питания.

Усилитель низкой частоты. На рис. 2.17 приведена схема усилителя низкой частоты на транзисторах. Подобные УНЧ могут ис-

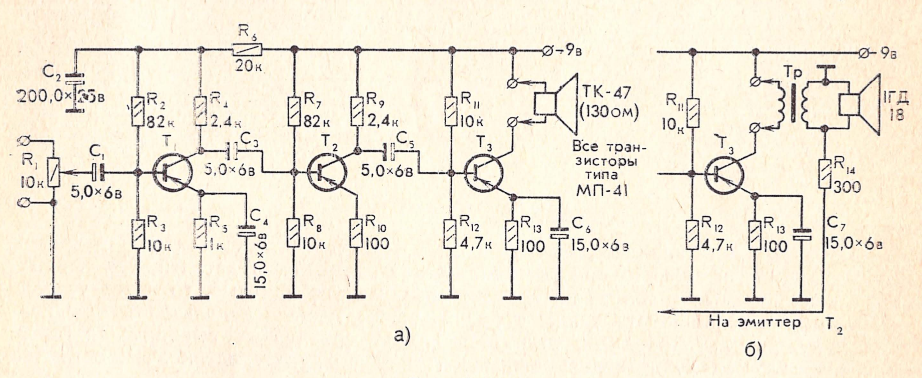


Рис. 2.17

пользоваться в роли оконечного блока звукового сопровождения телевизора либо радиоприемника, применяться в телефонных аппаратах для громкоговорящего приема, в разговорном тракте аппаратуры междугородных телефонных связей, в каналах тонального телеграфа и т. д.

В схеме УНЧ использованы транзисторы типа *р-п-р*. Такие транзисторы требуют для питания коллекторной и базовой цепей напряжения отрицательной полярности. Резистор R_1 является регулятором громкости, а конденсатор C_1 разделительным так же, как и в ламповом варианте УНЧ. Величина разделительного конденсатора в схемах УНЧ на транзисторах на два порядка больше, чем в ламповых УНЧ. Это объясняется малым входным сопротивлением

каскадов на транзисторах. Если использовать конденсатор меньшей емкости, то значительная часть сигнала будет создавать падение напряжения на емкостном сопротивлении разделительного конденсатора и на долю входной цепи транзистора будет оставаться меньшая часть.

Резисторы R_2 и R_3 выполняют роль делителя напряжения для цепи базы. В транзисторных схемах смещение на базу приходится подавать иначе, чем это делается в ламповых схемах. Цепочка R_5C_4 не служит органом автоматического смещения, а осуществляет термостабилизацию режима работы транзистора и работает следующим образом. При увеличении температуры перехода увеличивается ток коллектора и соответственно ток эмиттера. Это приводит к увеличению падения напряжения на R_5 и значит на базу поступает больший положительный потенциал, уменьшающий базовый ток; последний, в свою очередь, уменьшает ток коллектора. Таким образом, при изменении температуры ток коллектора автоматически поддерживается постоянным. Конденсатор C_4 шунтирует сопротивление R_5 по переменной составляющей. Резистор R_4 является коллекторной нагрузкой. Второй каскад усиливает напряжение и ничем не отличается от первого. Оконечный каскад работает в режиме усиления мощности, он нагружен на телефонный капсюль ТК-47. Резистор R_6 и конденсатор C_2 служат развязывающим фильтром.

Если требуется получить большую выходную мощность, необходимо изменить схему последнего каскада, как показано на рис. 2.17*б*. В этом случае нагрузкой служит громкоговоритель типа 1ГД18, включенный через согласующий трансформатор. Для уменьшения нелинейных искажений надо ввести отрицательную обратную связь по цепи, содержащей резистор R_{14}. Данные трансформатора: сердечник сечением 6×6,5 мм (0,4 см²), первичная обмотка — 600 витков провода ПЭЛ ⌀ 0,15 мм, вторичная обмотка — 50 витков провода ПЭЛ ⌀ 0,4 мм.

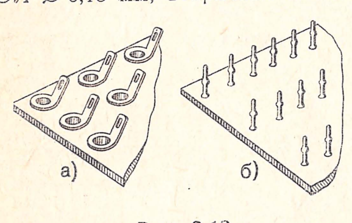


Рис. 2.18

Схемы на транзисторах, в том числе и УНЧ удобно монтировать на текстолитовой или гетинаксовой плате, с заранее установленными на ней монтажными лепестками или контактными пустотелыми или сплошными стойками (рис. 2.18*а* и *б*).

ЗАДАНИЕ

Собрать усилитель по схеме рис. 2.17. Предварительно, также как и при сборке ламповых схем, нужно составить эскиз размещения деталей, так как детали, используемые в сборке на транзисторах, малогабаритные, то и все устройство следует компоновать таким образом, чтобы меньше использовать соединения монтажными проводами, стараться делать соединения выводами деталей. Все соображения по проверке режимов и снятию характеристик УНЧ остаются теми же, что и для ламповых схем.

Мультивибратор. Мультивибратор — генератор прямоугольных импульсов, используется в телефонии в качестве электронного зуммера, в различных измерительных приборах и в телевидении, в схемах генератора развертки. Мультивибратор вырабатывает колебания почти прямоугольной формы, содержащие помимо основной частоты большое число высших гармоник. Разновидностей схем мультивибраторов существует много. Для сборки предлагается схема симметричного мультивибратора, работающего в автоколебательном (самоходном) режиме.

Схема мультивибратора приведена на рис. 2.19. В схеме используются транзисторы типа *p-n-p*, например, МП39, МП40, МП41, МП42 и другие с параметра-

ми, аналогичными им. Мультивибратором, собственно, является левая часть схемы на транзисторах T_1 и T_2. Каскад на транзисторе T_3 устраняет влияние нагрузки на работу мультивибратора и служит усилителем мощности.

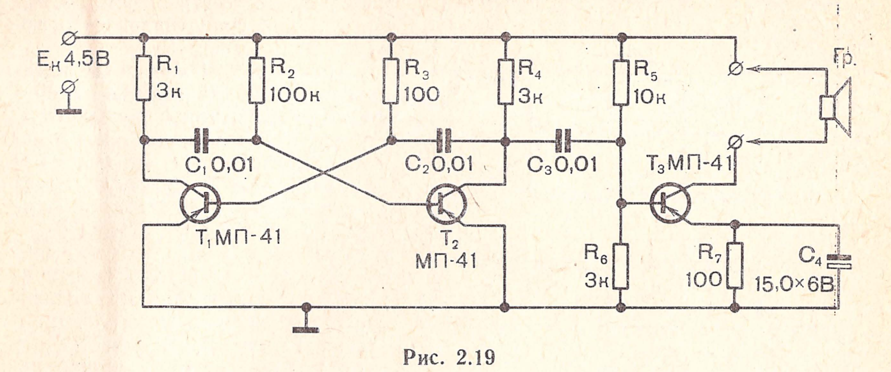


Рис. 2.19

Так как мультивибратор симметричный, то оба плеча идентичны: транзисторы T_1 и T_2 одного типа, $R_1=R_4$, $R_2=R_3=100$ К, $C_1=C_2$. В первый момент, после включения источника питания с напряжением $E_к$, через транзисторы будут течь равные токи. Но такое состояние будет только в начальный момент, равновесие не будет устойчивым. Небольшое изменение (флуктуация) тока одного из транзисторов вызовет асимметрию токов в схеме. Практически же никогда не бывает равенства параметров транзисторов и элементов схемы. Даже при 5% точности деталей они могут иметь отклонения от номинала: в одном плече в плюс, другом — в минус, и тогда схема уже в момент включения будет по токам асимметричной.

Допустим, что увеличился коллекторный ток $i_{к1}$ транзистора T_1, тогда падение напряжения на резисторе R_1 также увеличится, а на коллекторе этого транзистора напряжение соответственно уменьшится ($u_{к1}=E_к-i_{к1}R_1$). Это уменьшение напряжения на коллекторе, действуя через конденсатор C_1, вызовет уменьшение коллекторного тока $i_{к2}$ транзистора T_2. Чем меньше $i_{к2}$, тем меньше напряжение на резисторе R_4 и больше на коллекторе T_2 ($u_{к2}=E_к-i_{к2}R_4$). Увеличенное напряжение на коллекторе T_2 через конденсатор C_2 поступит на базу T_1 и еще больше увеличит его коллекторный ток.

Благодаря усилительным свойствам транзистора и обратным связям, этот процесс уменьшения тока одного транзистора и увеличения тока другого развивается лавинообразно и приведет к полному отпиранию транзистора T_1 (наступит режим насыщения, ток $i_{к1}$ ограничен сопротивлением R_1) и к запиранию T_2 (последний окажется в режиме отсечки).

Время, в течение которого T_1 будет открыт, а T_2 заперт, зависит от параметров разрядной цепи C_1R_2. До того момента, пока T_1 был открыт, конденсатор C_1 был заряжен и имел на правой обкладке положительный потенциал, а на левой — отрицательный. Разряд конденсатора C_1 будет происходить по цепи: открытый транзистор T_1, источник питания $E_к$ и резистор R_2. По мере разряда C_1 положительное напряжение на базе транзистора T_2 будет уменьшаться и когда оно достигнет нулевого значения, транзистор T_2 откроется. Через T_2 потечет ток, создаст падение напряжения на R_4, соответственно напряжение на транзисторе T_2 уменьшится. Это уменьшение напряжения на коллекторе T_2 через конденсатор C_2 поступит на базу T_1, в результате чего уменьшится ток коллектора T_1 и транзистор начнет закрываться. Процесс закрывания транзистора T_1 будет сопровождаться увеличением напряжения на его коллекторе, что, в свою очередь, способствует открыванию транзистора T_2. Итак, транзисторы T_1 и T_2 как бы поменяются местами: T_1 — закроется, а T_2 — откроется. За время, когда транзистор T_2 был заперт, конденсатор C_2 зарядился от источника питания через

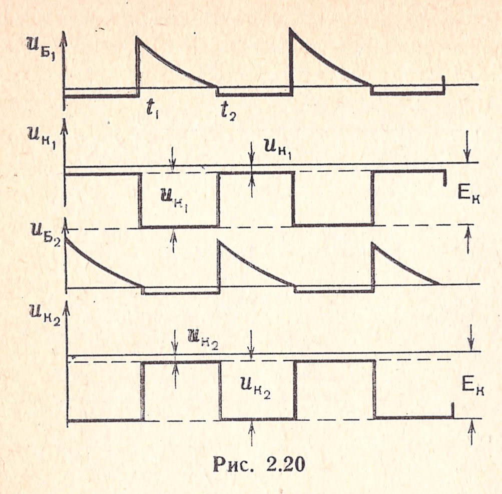


Рис. 2.20

резистор R_4 и переход база—эмиттер транзистора T_1. Важно отметить, что этот заряд произошел гораздо быстрее, чем разряд C_1, так как сопротивление R_4 гораздо меньше, чем R_2.

На рис. 2.20 показаны идеализированные диаграммы напряжений на электродах транзистора. Из рисунка видно, что за промежуток времени от t_1 до t_2 на базе транзистора T_1 действует положительное напряжение, на коллекторе T_1 напряжение близко к $E_к$, т. е. транзистор заперт. В это время на базе транзистора T_2 напряжение отрицательное, на коллекторе напряжение очень мало, транзистор T_2 открыт. В качестве нагрузки транзистора T_3 можно использовать микротелефонный капсюль, либо динамический громкоговоритель, включенный через выходной трансформатор. Резисторы R_5 и R_6 выполняют роль делителя напряжения, подающего смещение на базу T_3, а резистор R_7 и конденсатор C_4 являются цепью температурной стабилизации.

При монтаже импульсных схем особенно важно применять малые длины монтажных проводов. Если этого не соблюдать, то увеличивается монтажная емкость, что сказывается на ухудшении фронтов импульсов. Крутой фронт часто требуется по роду применения импульсов, но важен также и с точки зрения получения «спокойного» теплового режима транзисторов. Когда транзистор открыт, через него хотя и проходит значительный ток, но напряжение на нем мало, значит и мощность рассеивания, нагревающая транзистор будет невелика. Когда транзистор закрыт, на нем падает почти все напряжение источника питания, но зато ток почти равен нулю. Опять мощность рассеивания мала. Иначе обстоит дело во время, соответствующее фронту и срезу импульса. Во время перехода из открытого к запертому состоянию или наоборот через транзистор течет значительный ток и к нему приложено большое напряжение, т. е. мощность рассеивания будет гораздо больше, чем в предыдущих режимах. С этой точки зрения выгодно всячески стремиться уменьшить время перехода транзистора из одного режима в другой, т. е. уменьшить фронт импульса.

ЗАДАНИЕ

Собрать мультивибратор по схеме рис. 2.19. Мультивибратор монтируется на той же плате, что и УНЧ на транзисторе.

Если ошибок при сборке и монтаже мультивибратора нет, то при включении питания он начинает работать сразу, не требуя наладки. Если при включении питания мультивибратор не будет работать, то нужно проверить, правильно ли включены транзисторы, не перепутаны ли электроды. Обозначения выводов транзисторов

приводятся в справочниках по полупроводниковым приборам. Примеры такого обозначения приведены на рис. 2.21. Проверку работы мультивибратора и вообще импульсных схем удобно производить с помощью импульсного осциллоскопа, например, С1-5. При проверке нужно измерить и зарисовать осциллограммы напряжений на базах и коллекторах транзисторов. Их форма приблизительно должна соответствовать форме диаграмм на рис. 2.20. При измерении параметров импульсов удобнее пользоваться ждущей разверткой осциллоскопа. Для измерения длительности наблюдаемых сигналов в осциллоскопе типа С1-5 имеется специальное устройство — схема меток. Добившись устойчивого изображения двух-трех периодов (засинхронизировав сигнал), следует включить устройство меток и установить метки такой длительности, чтобы на период сигнала их приходилось не более 10—20 (иначе можно ошибиться при подсчете) и не менее 3—4 (если взять меньше, то трудно определить границу метки). За длительность метки следует считать светящийся и темный участки. Определив длительность импульса и периода путем умножения числа меток на длительность одной метки, можно найти частоту следования импульсов. Для измерения напряжения надо установить устойчивое изображение с помощью регулировок синхронизации осциллоскопа, выставить величину амплитуды импульсов (регулятором «Усиление сигнала»), допустим равной 2 см. Поставить переключатель в положение «Калибровка амплитуды» и, вращая ручку «Калибровка плавно», добиться размаха калибровочного напряжения, равного 2 см. На шкале калибратора прочесть величину, она и будет являться амплитудой измеряемого импульса.

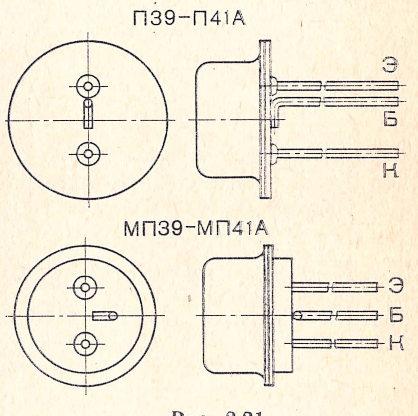


Рис. 2.21

Блокинг-генератор и триггер. Эти устройства тоже импульсные. На рис. 2.22 приведена схема блокинг-генератора в автоколебательном режиме, работающего на триггер. Блокинг-генератор — это однокаскадный генератор импульсов на трансформаторе. Блокинг-генераторы используются довольно часто в вычислительной технике и в телевидении. Триггеры используются в схемах телефонии, в аппаратуре дальней связи, в измерительной технике и в телеграфии.

Рассмотрим работу блокинг-генератора. При включении источника питания на коллектор транзистора T_1 через резистор R_3 и первичную обмотку блокинг-трансформатора поступает отрицательное напряжение; на базу транзистора T_1 также поступает отрицательное напряжение с делителя R_1R_2. Через транзистор течет ток, вызывающий появление эдс в коллекторной обмотке *1, 2* трансформатора. Вторичная эмиттерная обмотка *(3, 4)* включена так, что наводимое в ней напряжение приложено плюсом к эмиттеру. Положительный потенциал на

эмиттере способствует более быстрому нарастанию тока и переходу транзистора в режим насыщения (когда коллекторный ток больше не растет). Этот процесс нарастания тока проходит очень быстро — лавинообразно, и напряжение на конденсаторе C_2 не успевает измениться. Время нарастания тока определяет фронт импульса. С момента насыщения, т. е. прекращения нарастания коллекторного тока транзистора конденсатор C_2 начинает заряжаться эмиттерным током, на нем увеличивается напряжение (минус на нижней обкладке), а ток

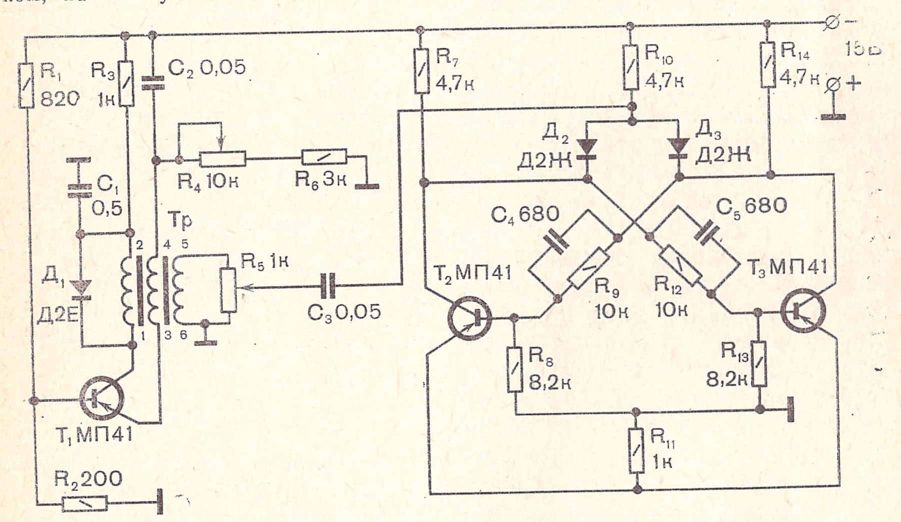


Рис. 2.22

уменьшается, что приводит к запиранию транзистора T_1. Время, в течение которого заряжался конденсатор, определяет плоскую вершину импульса. После того как транзистор оказался запертым, начинается разряд конденсатора C_2 через резисторы R_4 и R_6. Чем больше сопротивление этих резисторов, тем медленнее происходит разряд и тем дольше транзистор остается запертым. Время разряда определяет паузу между импульсами. Когда конденсатор разрядится, транзистор откроется, и снова начнется блокинг-процесс.

Трансформатор блокинг-генератора кроме коллекторной и эмиттерной обмоток имеет еще выходную обмотку, число витков которой определяет выходное напряжение. В целях плавной регулировки выходного напряжения трансформатор нагружен на переменный резистор R_5. Цепочка R_3C_1 выполняет роль фильтра. Во время формирования импульса блокинг-генератор потребляет значительный ток от источника питания, а если источник питает еще и другие каскады, то напряжение в этот момент на нем будет уменьшаться. При наличии фильтра, во время паузы, конденсатор C_1 заряжается через резистор R_3 от источника питания. Во время блокинг-процесса (формирования импульса) конденсатор C_1 разряжается через открытый транзистор, уменьшая потребление от источника. Кроме того, резистор выполняет еще и роль предохранителя. В случае выхода из строя транзистора (пробоя) и отсутствия R_3 все напряжение источника питания будет длительно приложено к коллекторной обмотке трансформатора, что вызовет его сгорание. Резистор предохранит выход из строя дорогостоящего трансформатора. Диод $Д_1$, включенный параллельно коллекторной нагрузке в такой полярности, что шунтирует ее в момент запирания транзистора. Дело в том, что в момент запирания транзистора убывающее магнитное поле наводит в коллекторной обмотке эдс, полярность которой противоположна полярности импульса во время генерации. Эдс может достичь значительной величины и даже превысить допустимое коллекторное напряжение, может произойти пробой транзистора. Диод предохраняет таким образом транзистор от пробоя.

Переменный резистор R_4 позволяет плавно менять паузу между импульсами или, иначе, частоту следования импульсов.

Схема, расположенная в правой части рис. 2.22, называется триггером. Триггер — это спусковая схема, т. е. процессы в нем развиваются как выстрел после спуска курка. В нашем случае триггер симметричный с двумя устойчивыми положениями. При включении питания так же, как и в мультивибраторе, через транзисторы потекут токи, которые вследствие неравенства плеч (разброс сопротивления резисторов, параметров транзисторов и т. д.) не будут одинаковыми. Допустим, что через транзистор T_2 будет течь большой ток по сравнению с током транзистора T_3. На коллекторе T_2 напряжение станет менее отрицательным, а значит, и на базе T_3 также по абсолютной величине уменьшится. В результате этого в цепи коллектора T_3 уменьшится ток и на нем увеличится напряжение. Это увеличенное напряжение через R_9 и R_8 попадает на базу T_2 и еще больше увеличит его ток. Процесс этот так же, как и в мультивибраторе, будет лавинообразным, в результате чего транзистор T_3 запрется, а транзистор T_2 откроется. Ток через T_2 будет определяться резистором R_7.

У триггера, в отличие от мультивибратора, нет зарядно-разрядных конденсаторов, связывающих коллектор с базой (назначение конденсаторов C_4 и C_5 другое, об этом будет сказано дальше). Поэтому триггер сколь угодно долго будет находиться в таком состоянии, когда один из транзисторов заперт, а другой отперт. Когда T_2 открыт, а T_3 заперт, то к диоду $Д_2$ приложено запирающее напряжение источника питания — $E_к$, а к диоду $Д_3$ небольшое запирающее напряжение, равное $(E_к—u_{кз})$. С приходом импульса положительной полярности от блокинг-генератора диод $Д_3$ откроется и пропустит импульс на базу транзистора T_2. Положительный импульс запрет T_2, резко увеличится отрицательное напряжение его коллектора, которое откроет транзистор T_3, триггер «опрокинется». С приходом следующего запускающего импульса откроется диод $Д_2$, и положительный импульс запрет транзистор T_3 и так далее. Каждый приходящийся импульс будет «опрокидывать» триггер. С коллектора транзисторов T_2 и T_3 можно снимать прямоугольные импульсы с частотой, в два раза меньшей частоты запускающих импульсов.

Триггер с двумя устойчивыми состояниями отличается от мультивибратора, работающего в автоколебательном режиме. Для перевода триггера из одного состояния в другое нужны запускающие импульсы, частота следования которых и определяет длительность импульсов триггера. Мультивибратор же не нуждается в запускающих импульсах и частота следования его импульсов зависит от параметров зарядно-разрядной цепи.

Рассмотрим назначение дополнительных элементов схемы триггера. Резистор R_{10} необходим для создания цепи постоянного тока для диодов $Д_2$ и $Д_3$. Резистор R_{11} служит для более устойчивой работы триггера. Когда один из транзисторов открыт, то эмиттерный ток этого транзистора создает напряжение на R_{11}, которое положительной полярностью приложено к базе закрытого транзистора, обеспечивая его надежное запирание и исключая случайное срабатывание триггера. Конденсаторы C_4 и C_5 называются ускоряющими и служат для более быстрого перехода триггера из одного состояния в другое. На высоких частотах (фронт импульса формируют высокие частоты) сопротивление конденсаторов уменьшается, уменьшая общее сопротивление цепочек C_4R_9 и C_5R_{12}.

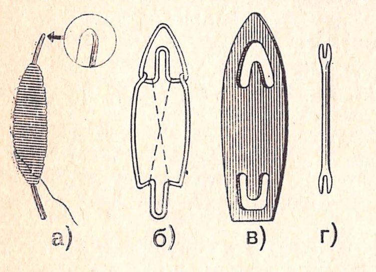
ЗАДАНИЕ

Смонтировать блокинг-генератор и триггер по схеме рис. 2.22, предварительно изготовив для блокинг-генератора трансформатор. Соображения по монтажу остаются теми же, что и для мультивибратора.

Подробнее остановимся на изготовлении импульсного трансформатора. Обмотки трансформатора наматываются на ферритовое кольцо-тороид ($\mu=1000$) размером $8\times4\times4$ мм. Первичная обмотка содержит 80 витков, вторичная 16 витков и выходная 80 витков. Для намотки можно использовать провода марки ПЭЛ или ПЭВ диаметром 0,1 мм. Трансформаторы на кольцеобразных сер-

дечниках в заводских условиях наматывают на специальных станках. В тех случая, когда такого станка нет, например, при ремонте в условиях небольшой мастерской, намотка производится вручную с помощью челнока.

Образцы челноков показаны на рис. 2.23. Челнок для небольших сердечников можно сделать из куска провода диаметром 0,8—1 мм и длиной примерно 100 мм. Концы его нужно напильником или на наждачном круге закруглить, чтобы во время намотки не царапать изоляцию провода, а для удобства работы немного согнуть. На челнок любым способом наматывают провод, подлежащий намотке на сердечник. Удобно намотать провод на челнок, используя ручную дрель, зажатую в тисках и превращенную, таким образом, в своеобразный намоточный станок. Челнок в этом случае зажимают в патрон дрели. Челнок с проводом должен иметь вид, представленный на рис. 2.23*а*. Для более крупных сердечников челнок может быть сделан из проволоки или листового материала, как показано на рис. 2.23*б* и 2.23*в*. Провод на эти челноки наматывают, цепляя за выступы.



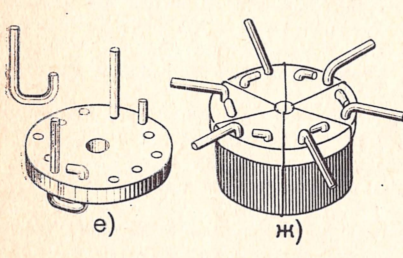


Рис. 2.23

Челноки (рис. 2.23*г* и *д*) предназначены для намотки сердечников с малыми отверстиями.

Количество провода, подлежащего намотке на челнок, можно определить, измерив длину одного витка трансформатора и умножив на число витков всех обмоток. При этом нужно не забыть увеличить полученную длину еще на шесть пятисантиметровых выводов.

Наматывается провод многократным «прошиванием» сердечника челноком либо сверху, либо снизу, но для всех обмоток одинаково. Конец провода закрепляют на сердечнике и, продевая челнок в отверстие сердечника, накладывают виток за витком сначала первый слой, затем второй и т. д. Для того чтобы витки не путались и были уложены туго, нужно придерживать намотку пальцами левой руки, пока не будет уложен и затянут очередной виток. Свободный провод, тянущийся за челноком, в ходе намотки постепенно укорачивается, и время от времени нужно спускать с челнока один-два витка, следя за тем, чтобы не образовывались «барашки». Нужно также следить за тем, чтобы изоляция провода не повреждалась об острую кромку сердечника и от трения по уже уложенным виткам.

В импульсных тороидальных трансформаторах необходимо, чтобы начала у всех обмоток находились на одном месте на сердечнике. В этом случае получается наименьшее значение индуктивно-

сти рассеяния трансформатора, что очень важно для формирования импульсов с крутыми фронтами. Если перепутаны начало и конец хотя бы у одной обмотки, блокинг-генератор работать не будет. Очень важно правильно пометить выводы, навешивая на них бирки. Бирки можно изготовить из картона или плотной бумаги, нарезав кружочки диаметром 8—10 мм. Делать это следует сразу же после наложения каждой обмотки. Рекомендуется начала всех обмоток обозначать на бирках нечетными цифрами: 1, 3, 5, а концы — четными: 2, 4, 6, так как у готового трансформатора определить начала и концы трудно.

После окончания намотки следует проверить индуктивность обмоток на приборе для измерения индуктивности. Она не должна больше, чем на ±20% отличаться от указанной: $L_{12}=3,8$ мГ; $L_{34}=0,14$ мГ; $L_{56}=3,8$ мГ.

Целость обмоток трансформатора нельзя проверять пробником, это приводит к намагничиванию постоянным током сердечника трансформатора и изменению индуктивности обмоток.

Для закрепления выводов трансформатора нужно изготовить кольцо из прессшпана диаметром 10 мм и отверстием 3 мм. Проделать в кольце (равномерно по окружности) 12 отверстий и закрепить в них 6 проволочных контактов (провод для контактов диаметром 0,5 мм предварительно должен быть зачищен и залужен), как показано на рис. 2.23*е* и *ж*. Прессшпановое кольцо с контактами крепится к трансформатору нитками, причем между кольцом и трансформатором должна быть проложена прокладка из кабельной бумаги. Выводы трансформатора припаиваются к проволочным контактам. Укрепить трансформатор на плате можно с помощью ниток или клея. После сборки и окончания монтажа всего устройства необходимо тщательно проверить соответствие соединений электрической схеме трансформатора. Перед тем, как включать источник питания, нужно отсоединить блокинг-генератор от триггера, отпаяв конденсатор $С_3$ от точки соединения диодов $Д_2$ и $Д_3$. Включить источник питания и убедиться с помощью осциллоскопа, что блокинг-генератор работает. Для этого вход осциллоскопа рекомендуется подключить к коллектору транзистора $Т_1$. Если блокинг-генератор работает, то на экране должен быть прямоугольный импульс положительной полярности с амплитудой 15 В, длительностью 3—7 мкс. При подключении осциллоскопа к выходной обмотке длительность импульса и амплитуда должны быть такой же.

Далее с помощью тестера нужно измерить напряжение на коллекторе (относительно эмиттера) транзисторов триггера. На одном транзисторе (открытом) напряжение должно быть меньше 1 В, на другом (закрытом) — порядка 15 В. После этого нужно выключить питание, соединить блокинг-генератор с триггером, поставить потенциометр R_5 в нижнее положение и, включив питание, еще раз убедиться, что блокинг-генератор работает. Далее подключить вход осциллоскопа на любой из коллекторов транзисторов триггера и, вращая потенциометр R_5, запустить триггер.

Длительность импульсов триггера должна соответствовать частоте следования импульсов блокинг-генератора, а амплитуда равна напряжению источника питания. Изменяя величину сопротивления потенциометра R_4, можно менять длительность импульсов триггера.

Как уже говорилось, схема при правильном монтаже устройства не требует дополнительной наладки и начинает работать сразу. Если блокинг-генератор не будет возбуждаться, нужно проверить, правильно ли включены выводы транзистора T_1 и диода $Д_1$. После этого, при выключенном питании с помощью тестера, следует проверить исправность и соответствие номиналам резисторов R_1, R_2, R_3, R_4, R_5 и R_6. Если все верно, то скорей всего перепутаны выводы трансформатора. Для выяснения этого нужно выпаять трансформатор и подать на первичную обмотку от импульсного генератора сигнал положительной полярности, амплитудой порядка 10 В, длительностью 5 мкс. Если корпусной конец генератора и осциллоскопа включить на вывод *2*, а потенциальный конец генератора на вывод *1*, то с вывода *3* вторичной обмотки на осциллоскопе будет наблюдаться импульс положительной полярности с амплитудой 2 В, а с вывода *5* выходной обмотки — с амплитудой 10 В.

Триггер может не работать также из-за неправильно включенных транзисторов T_2 и T_3, диодов $Д_2$ и $Д_3$ или из-за неисправности, либо отступления от номиналов резисторов.

Заключительным этапом будет измерение напряжения с помощью осциллоскопа на: коллекторе T_1, эмиттере T_1, движке потенциометра R_5, базе T_2, коллекторе T_2, базе T_3, коллекторе T_3.

Эти импульсы надо зарисовать (два-три периода каждого). Оси ординат всех графиков должны быть расположены по одной прямой так же, как и фронты импульсов.

Супергетеродинный ламповый приемник третьего класса. Эта работа является одной из самых трудных работ данного цикла и, помимо усовершенствования навыков по монтажу, предусматривает ознакомление со способами монтажа промышленной аппаратуры на печатных платах, особенностями конструкции полуфабрикатов, методов крепления деталей и т. п., а также регулировку и настройку собранного приемника. Из комплекта готовых фабричных деталей радиолы «РЕКОРД-68-2» необходимо собрать супергетеродинный приемник, т. е. в отличие от многих предыдущих работ здесь не предусмотрен выбор расположения деталей, а надлежит руководствоваться заводской монтажной схемой.

В супергетеродинном приемнике из-за особенности построения его схемы сравнительно простыми средствами удается получить большое усиление сигнала принимаемой станции и хорошее подавление сигналов мешающих станций. Приемник предназначен для приема сигналов радиостанций в диапазонах волн длинных (дв), средних (св), коротких (кв) и ультракоротких (укв). Для приема сигналов с радиостанций ультракоротковолнового диапазона предусмотрены специальные узлы: унифицированный блок укв и частотного детектора. Остальные блоки приемника являются общими для всех диапазонов.

Рассмотрим сначала по функциональной схеме на рис. 2.24 как происходит прием сигналов в диапазоне дв, св и кв.

Радиосигнал принимаемой станции вместе с сигналами других, мешающих станций поступает из антенны через контур $К_3$ на входной контур $К_4$. Этот контур выделяет сигнал принимаемой станции, ослабляя все остальные. Выделенный сигнал попадает на первую управляющую сетку левой части лампы $Л_1$. Эта часть является независимой лампой, называемой гептодом [1]), и является прибором с двойным управлением, так как две ее сетки из пяти независимо одна от другой управляют анодным током (здесь показаны две из пяти сеток).

На третью сетку гептода подается напряжение с правой, триодной части лампы, которая вместе с контуром $К_5$ образует местный маломощный генератор высокой частоты, называемый гетеродином. Частота, которую вырабатывает гетеродин, определяется настройкой контура $К_5$ и всегда выше частоты принимаемой станции. Лампа $Л_1$ работает в нелинейном режиме, вследствие чего в ее анодной цепи кроме частоты сигналов и частоты гетеродина появляется ряд новых частот и, в частности, так называемая промежуточная частота. Эта промежуточная частота равна разности между частотой гетеродина и частотой сигнала и модулирована так же, как и сигнал принимаемой станции, т. е. в смесителе информация, которую несет сигнал радиостанции, как бы перекладывается на промежуточную частоту. Промежуточная частота не изменяет своей величины при изменении настройки приемника. Поскольку промежуточная частота для всех принимаемых станций должна оставаться одной и той же, то частота гетеродина должна изменяться при изменении настройки приемника, оставаясь все время выше частоты принимаемой станции на величину промежуточной частоты. Поэтому переменные конденсаторы входного ($К_4$) и гетеродинного ($К_5$) контуров объединены на одной оси, как это показано на рис. 2.24. Напряжение промежуточной частоты 465 кГц снимается с фильтра $ПФ_1$.

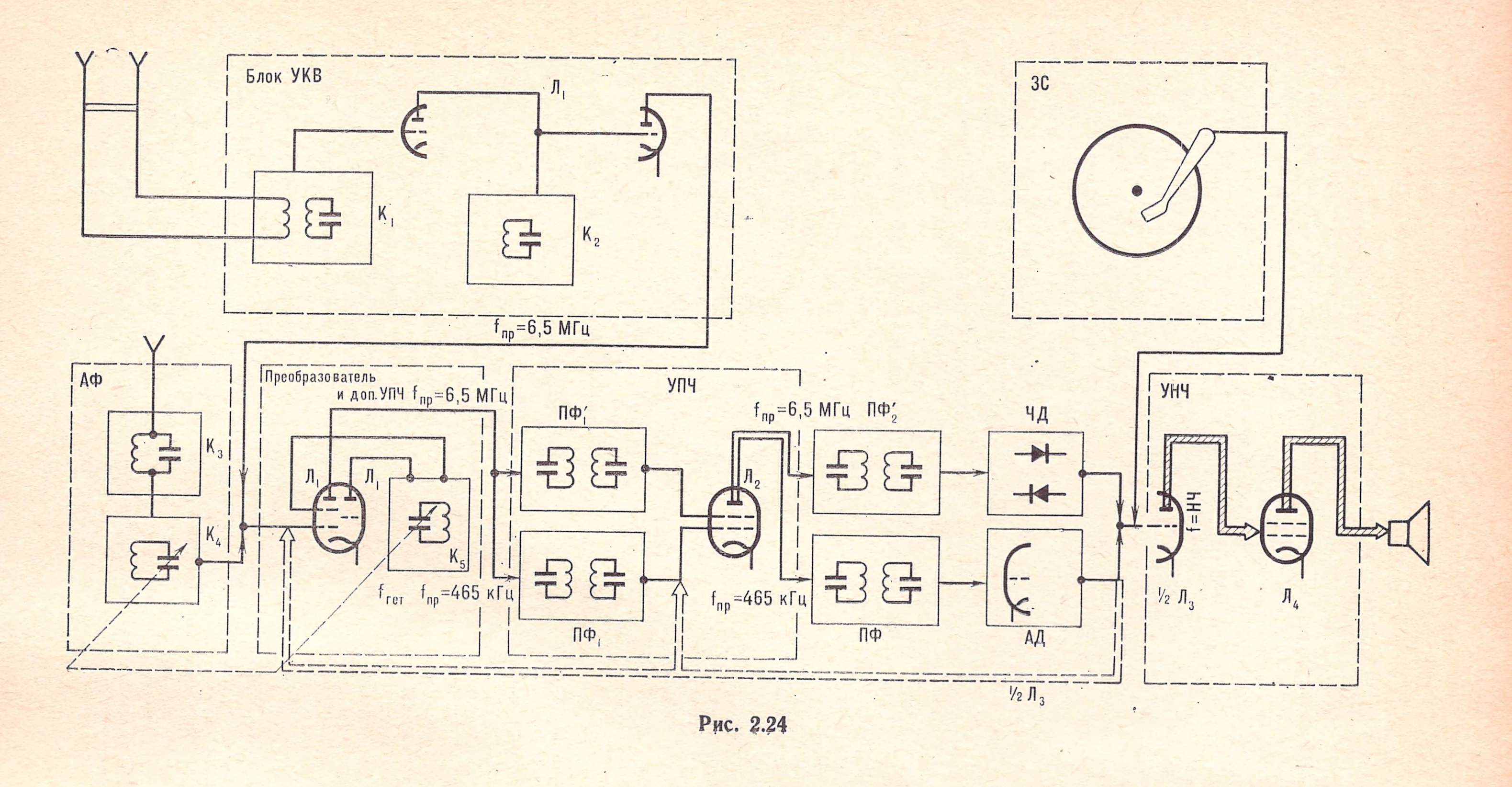
Далее по тракту усиливается и преобразуется уже напряжение промежуточной частоты. Сначала оно пропускается через двухконтурный полосовой фильтр $ПФ_1$, затем усиливается лампой $Л_2$, еще раз пропускается через полосовой фильтр $ПФ_2$ и далее поступает на амплитудный детектор АД (левая половина лампы $Л_3$). То обстоятельство, что усиление для всех принимаемых станций ведется всегда на одной и той же промежуточной частоте, позволяет, во-первых, наиболее рационально использовать лампы, а во-вторых, применять в тракте большое число контуров, настроенных раз и навсегда на одну частоту — промежуточную, что позволяет очень эффективно подавлять сигналы мешающих станций. Правда, при этом приемник не подавляет случайные помехи с частотой 465 кГц. Для подавления сигналов таких станций на входе приемника включен антенный фильтр АФ. Это — параллельный контур $К_3$, настроенный на промежуточную частоту. На этой частоте он имеет большое сопротивление и поэтому ослабляет сигнал, поступающий от антенны.

Детектор АД преобразует модулированные сигналы промежуточной частоты в сигналы низкой частоты. Низкочастотный сигнал с выхода детектора поступает на правую часть лампы $Л_3$, которая выполняет функции предварительного усилителя нч. Выходная лампа $Л_4$ усиливает сигнал по мощности. С нее сигнал поступает на громкоговоритель.

В схеме приемника на рис. 2.24 есть еще одна цепь, обозначенная двойной штриховой линией. Эта цепь АРУ — автоматической регулировки усиления. При работе детектора на нагрузке появляется постоянная составляющая напряжения, величина которого определяется амплитудой сигнала, подведенного к детектору. Это постоянное напряжение подается минусом на сетки регулируемых ламп $Л_1$ и $Л_2$, имеющих характеристику с переменной крутизной. При увеличении силы принимаемого сигнала увеличивается и отрицательное смещение на сетках, а усиление ламп $Л_1$ и $Л_2$ уменьшается. Таким образом, громкость на выходе приемника для станций с разной мощностью сигнала автоматически поддерживается почти неизменной.

Рассмотрим теперь как происходит прием сигналов в диапазоне укв; укв тракт приемника отличается от тракта дв, св и кв. Частота диапазона укв гораздо выше частот диапазона кв и тем более — диапазонов св и дв. На ультра-

[1]) Гептод — семиэлектродная лампа.



Блок УКВ
Л1
К1
К2
ЗС
fпр=6,5 МГц
АФ
К3
К4
Преобразователь
и доп. УПЧ fпр=6,5 МГц
Л1
Л1
К5
fгет fпр=465 кГц
УПЧ
ПФ'1
ПФ1
Л2
fпр=6,5 МГц ПФ'2
fпр=465 кГц
ПФ
ЧД
АД
УНЧ
f=НЧ
½ Л3
Л4
½ Л3

Рис. 2.24

коротких волнах передача осуществляется сигналами, модулированными по частоте (ЧМ), тогда как на длинных, средних и коротких используется модуляция по амплитуде (АМ). С антенны (внутренний диполь) сигнал поступает на блок УКВ, который выполняет роль усилителя высокой частоты, гетеродина и преобразователя частоты. Усилителем высокой частоты служит левая половина лампы $Л_1$, блока УКВ, для гетеродина и преобразователя частоты используется правая половина этой лампы.

Принцип преобразования частоты в диапазоне укв такой же, как и на других диапазонах. Сигнал промежуточной частоты (на укв промежуточная частота $f_{пр}=6{,}5$ МГц) с выхода блока УКВ поступает на управляющую сетку лампы $Л_1$ (гептода), работающей в этом диапазоне в качестве дополнительного усилителя промежуточной частоты УПЧ.

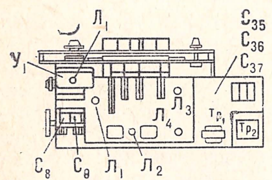
Нагрузкой лампы $Л_1$ для $f_{пр}=6{,}5$ МГц служит полосовой фильтр $ПФ'_1$, включенный последовательно с $ПФ_1$. Последний настроен на $f_{пр}=465$ кГц и практически не влияет на работу при приеме укв, так как для частоты 6,5 МГц представляет собой короткое замыкание. На $Л_2$ работает второй каскад усилителя промежуточной частоты диапазона укв. С фильтра $ПФ'_2$, нагрузки лампы $Л_2$, сигнал промежуточной частоты поступает на частотный детектор (ЧД), выполненный на полупроводниковых диодах. Частотный детектор преобразует частотномодулированные сигналы промежуточной частоты в сигналы низкой частоты. С выхода ЧД сигналы низкой частоты подаются на вход двухкаскадного УНЧ на лампах $Л_3$ и $Л_4$.

Для воспроизведения грамзаписи в приемнике предусмотрен электродвигатель с диском и звукосниматель ЗС, напряжение с которого при соответствующей коммутации попадает на вход УНЧ. Разобрав работу приемника по функциональной схеме, можно заняться разбором полной принципиальной схемы его, приведенной на рис. 2.25. Принципиальная схема имеет те же обозначения, что и функциональная (рис. 2.24). Вначале рассмотрим работу каскадов, осуществляющих прием в диапазонах дв, св и кв. Пусть переключатель диапазонов на схеме рис. 2.25 находится в положении «длинные волны» — дв. Напряжение, наведенное в антенне, поступает на преселектор [1]), через конденсатор C_1, ослабляющий влияние разброса параметров антенн, которые могут быть подключены к приемнику. Далее сигнал проходит через фильтр (C_2L_1), преграждающий путь сигналам с частотой равной промежуточной частоте.

В зависимости от выбранного диапазона оказывается включенным тот или иной входной контур и соответствующая ему катушка связи. В длинноволновом диапазоне включены катушки связи L_{19} и L_4 последовательно, катушка L_2 замкнута с корпусом. Катушка L_{19} имеет очень маленькую индуктивность и практически не влияет на настройку контура. Катушка L_4 индуктивно связана с контуром $L_5C_6C_8$. Параллельно подстроечному конденсатору C_6 включен конденсатор переменной емкости КПЕ C_8, величина емкости которого в основном и определяет настройку входного контура. Со входного контура, через контакты переключателя *11—9* и разделительный конденсатор C_5, сигнал поступает на сигнальную сетку гептода 6И1П ($Л_1$). Резистор R_2 служит сопротивлением утечки сетки и через него на эту сетку поступает напряжение АРУ. Конденсатор C_5 не дает возможности этому напряжению замыкаться через катушку контура на землю.

В диапазоне св контур содержит конденсаторы C_6, C_8, катушку L_3 и катушку связи L_2. В диапазоне кв контур содержит конденсаторы C_{40}, C_8, катушку L_{20} и катушку связи L_{19}. Гетеродин дв, св и кв приемника выполнен на триодной части лампы 6И1П ($Л_1$) по трансформаторной схеме. В гетеродин дв входят следующие элементы: катушки связи L_{10} и L_{12} и контур, состоящий из L_{11}, L_{13}, C_8, C_{22}, C_{43}, C_{16} и последовательно включенных сопрягающих конденсаторов C_{17} и C_{19}, общая емкость которых меньше 160 пФ. В диапазоне св контакты *10—12* замыкаются, закорачивая $L_{13}C_{17}C_{16}$. Таким образом, в схему гетеродина св входят: катушка связи L_{10} и контур $L_{11}C_8C_{43}C_{22}$, а также сопрягающий конденсатор C_{19}. В диапазонах дв и св катушка L_{22} отключена от сетки

[1]) Назначение преселектора — выбрать из множества станций, наводящих напряжение в антенне, только одну. Он состоит из входных контуров, переключаемых при смене диапазонов.



Примечания: 1. Напряжения, указанное в скобках, измерены в режиме УКВ.

2. Переключатель диапазонов находится в положении «Длинные волны (ДВ)».

3. Элементы, отмеченные *, в отдельных партиях изделий, могут иметь величину, отличную от обозначенной на схеме или отсутствовать.

4. В отдельных партиях приемников могут быть незначительные изменения схемы, не ухудшающие качество приемника.

Наименование	Резисторы				
	МЛТ	ВС	СПЗ—1а	ВК	ТКД
Блок УКВ	R3	R1, R2			
Шасси и плата		R1—R10 R12—R14 R16—R30 R18—R20 R22—R24 R26—R28	R11	R29	R21

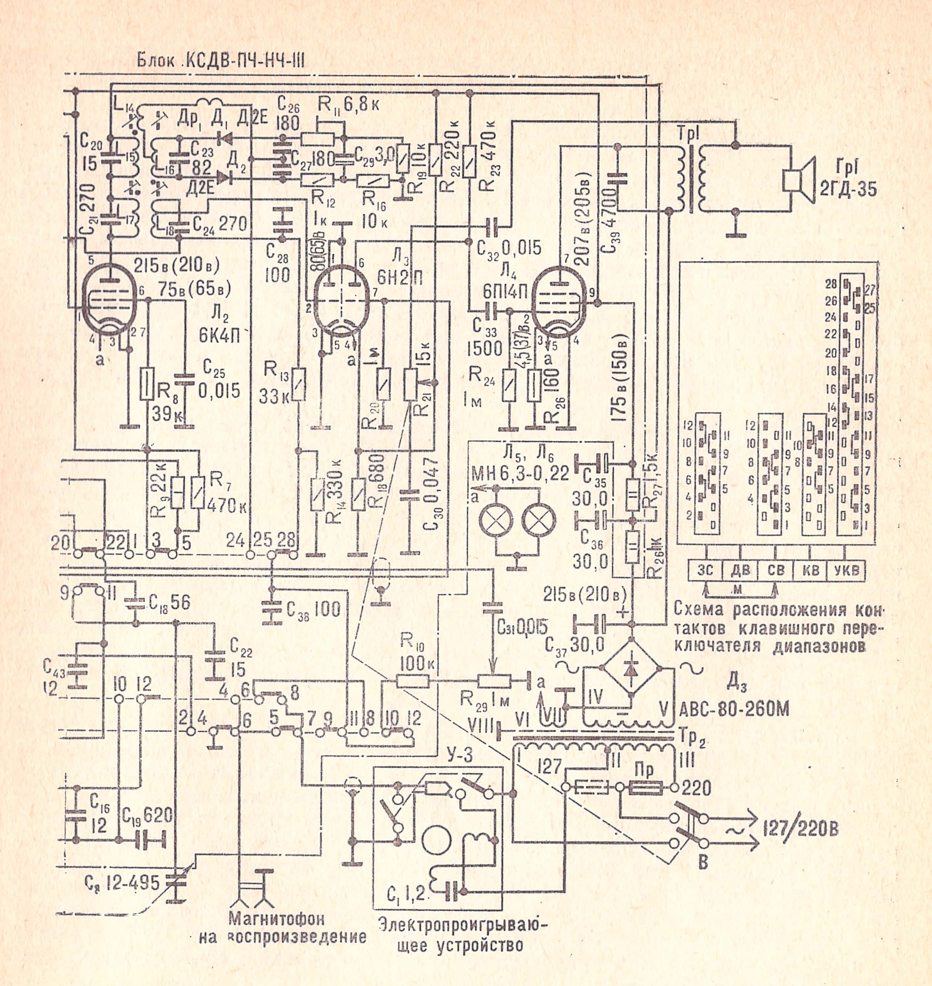


Рис. 2.25

Конденсаторы							
КТ	ЭМ	КЭ	БМТ	К—КОП	КСО	КПК—МП	ПСО
С1, С2, С3, С4, С5 С6, С7, С8, С9, С10							
С1, С2, С4, С5, С10, С11, С12 С13, С16—С28 С31, С33, С38, С43	С29	С35 С36 С37	С9 С15 С39	С3 С14 С30 С32	С42	С6, С40	С7

триода 6И1П ($Л_1$). В диапазоне кв замыкаются контакты *8—10, 3—5* и *7—9*, в этом случае катушкой связи является L_{21}, а контур составляют элементы L_{22}, C_8, C_{22} и сопрягающий конденсатор C_{42}.

Рассмотрим работу гетеродина при положении переключателя, например, в диапазоне кв. Нижний конец катушки L_{21} и катод лампы 6И1П находятся на корпусе. Верхний конец катушки L_{21} через разделительный конденсатор C_{15} подключен к аноду триодной части 6И1П. Контур гетеродина через конденсатор C_{13} присоединен к сетке триодной части лампы 6И1П. Концы обмоток катушки контура и катушки связи включены таким образом, что при незначительном толчке напряжения (включение источника питания) и возникновении в контуре колебаний они будут усилены лампой и возвращены в контур благодаря положительной обратной связи, т. е. гетеродин начнет генерировать. Частота генератора будет определяться только настройкой гетеродинного контура и, в частности, величиной C_8. Ток первой сетки, стекая по резистору утечки R_5, создаст на нем падение напряжения (смещение), необходимое для работы лампы в нужном режиме.

Отдельные секции блока переменных конденсаторов C_8 во входном и гетеродинном контурах по технологическим соображениям сделаны одинаковыми. Для того чтобы входной и гетеродинный контур были взаимно расстроены на промежуточную частоту ($f_с=f_г-f_{пр}$), в гетеродинный контур введены дополнительные конденсаторы. Так, для кв диапазона — это конденсатор C_{42}, включенный последовательно в контур, и конденсатор C_{22}, включенный параллельно переменному конденсатору C_8. Введение этих конденсаторов, а также разница в индуктивности катушек гетеродинного и входного контура ($L_{гет}<L_{вх}$) необходимы для сопряжения настроек контуров гетеродина и входного по всему диапазону, т. е. чтобы в любой точке диапазона частота гетеродина была выше частоты сигнала на промежуточную частоту. Резисторы R_9 и R_7 являются гасящими сопротивлениями, обеспечивающими необходимый режим работы гетеродина.

Колебания с гетеродина поступают на третью сетку смесителя на гептоде 6И1П, где в результате смешения напряжений частот сигнала и гетеродина на нагрузке выделяется напряжение разностной, промежуточной частоты $f_{пр}=f_{гет}-f_{сигн}$. Резистор R_3 служит гасящим сопротивлением, а конденсатор C_2 — для блокировки переменной составляющей тока экранирующих сеток. Резистор R_4 и конденсатор C_9 — развязывающий фильтр в анодной цепи смесителя. Нагрузкой гептодной части 6И1П для диапазонов дв, св и кв служит полосовой фильтр, состоящий из L_6C_{10} и L_7C_{12} и настроенный на $f_{пр}=465$ кГц. Как уже сказано, полосовой фильтр L_8C_{11} и L_9C_{13} (диапазон укв) настроен на частоту $f_{пр}=6{,}5$ МГц и не влияет на работу в диапазонах дв, св и кв. Индуктивности L_8 и L_9 для $f_{пр}=465$ кГц представляют собой очень малое сопротивление, фактически короткое замыкание.

С полосового фильтра сигнал поступает на управляющую сетку лампы 6К4П ($Л_2$), работающей как усилитель пч. Нагрузкой этого каскада также служат полосовой фильтр $L_{17}C_{21}$ и $L_{18}C_{24}$, настроенный на $f_{пр}=465$ кГц, а полосовой фильтр диапазона укв $L_{15}C_{20}$ и $L_{16}C_{23}$, также как и в предыдущем случае, не оказывает влияния на работу дв, св и кв тракта. Со второго контура полосового фильтра $L_{18}C_{24}$ сигнал поступает на амплитудный детектор, использующий левую половину лампы 6Н2П ($Л_3$), включенной по схеме диода. Анод лампы замкнут на корпус, роль анода выполняет управляющая сетка. На вход диода подается высокочастотное модулированное напряжение, в результате детектирования в его цепи будут протекать три составляющие тока:

— составляющая промежуточной частоты, которая закорачивается через C_{28} и не используется;

— составляющая тока низкой частоты, которая создает напряжение на резисторах нагрузки детектора R_{14} и R_{13}. Часть этого напряжения подается через резистор R_{10} на потенциометр R_{29}, который является регулятором громкости, а с последнего через C_{31} и контакты переключателя *16—18* на сетку правой части лампы $Л_3$;

— постоянная составляющая тока, создающая постоянное напряжение на R_{13} и R_{14}, по величине близкое к амплитуде несущей модулированного сигнала,

поданного на детектор. Это отрицательное напряжение через R_6 подается на сетки ламп $Л_1$ и $Л_2$ и является напряжением АРУ.

Резистор R_{10} служит развязкой, ослабляя влияние последующей части схемы на детектор. Конденсатор C_{38} закорачивает сигнал промежуточной частоты, который прошел, несмотря на действие конденсатора C_{28}, и мог бы послужить причиной генерации в каскадах приемника. Конденсатор C_{14} совместно с R_6 образует фильтр, который пропускает только постоянное напряжение АРУ, а все переменные напряжения закорачивает на корпус.

Каскад предварительного усилителя низкой частоты выполнен на правой половине лампы 6Н2П ($Л_3$). Нагрузкой этой лампы является резистор R_{23}; резистор R_{20} выполняет роль сопротивления утечки сетки. В катод этой лампы для создания автоматического смещения включен резистор R_{18}, а так как лампа работает в режиме малых анодных токов и напряжения смещения не хватает для обеспечения необходимого режима, то от анодного источника через резистор R_{22} подается дополнительное напряжение смещения.

С выхода предварительного каскада звуковой частоты сигнал через разделительный конденсатор C_{33} подается на управляющую сетку выходного каскада, собранного на пентоде 6П14П ($Л_4$). Сетка этой лампы также через резистор утечки R_{24} соединена с корпусом. В цепи катода имеется резистор R_{26} для создания автоматического смещения и обратной связи. В этом каскаде отсутствует блокировочный конденсатор, включаемый параллельно R_{26}. Отсутствие конденсатора приводит к возникновению отрицательной обратной связи. Нагрузкой выходного каскада служит громкоговоритель, подключенный к аноду лампы через выходной трансформатор. Первичная обмотка выходного трансформатора зашунтирована конденсатором C_{39}, который уменьшает подъем частотной характеристики в области верхних частот. Потенциометр R_{21} вместе с конденсаторами C_{30} и C_{32} обеспечивает регулировку тембра верхних частот. Если движок потенциометра находится в верхнем (по схеме) положении, то к катоду правой части $Л_3$ со вторичной обмотки трансформатора через конденсатор C_{32} поступает почти все напряжение отрицательной обратной связи. Это напряжение обратной связи ослабляет сигнал на всех частотах. Если же движок находится в нижнем положении, то не все напряжение отрицательной обратной связи будет приложено к катоду лампы, часть его будет создавать падение напряжения на потенциометре R_{21}. На верхних звуковых частотах напряжение обратной связи, поступающее в катод из-за шунтирующего действия конденсатора C_{30} на резистор R_{18}, сильно уменьшится (на верхних частотах сопротивление конденсатора ΩC_{30} падает). Это определяет подъем частотной характеристики в области верхних частот.

Для воспроизведения грамзаписи следует нажать клавишу ЗС, что обеспечит путь сигналу от звукоснимателя через контакты *7, 8—6, 8—10* и резистор R_{10} на регулятор громкости R_{29}. При воспроизведении записи с магнитофона нужно нажать клавиши ЗС и СВ. Сигнал, в этом случае, поступит с внешних гнезд через контакты *6, 4—6, 8—10* и резистор R_{10} на регулятор громкости R_{29}.

Теперь рассмотрим работу приемника в диапазоне укв. В приемнике применен унифицированный блок укв на лампе 6Н3П. Антенна подключается к катушке связи L_1, которая вместе с конденсатором C_1 создает контур, настроенный на среднюю частоту укв диапазона (65,8÷73 МГц). Входной контур содержит L_2, C_2 и C_3 и также настроен на среднюю частоту этого диапазона. УВЧ этого блока работает на левой половине лампы 6Н3П и собран по схеме усилителя с заземленной промежуточной точкой (общий провод «земля» — в данном случае корпус приемника), включается в промежутке между сеткой и катодом. Это делается для получения устойчивой работы усилителя. Если не принять специальных мер, то возможно возбуждение усилителя из-за влияния внутриламповых емкостей и емкости монтажа, сопротивление которых в диапазоне вч очень мало. Резистор R_1 и конденсатор C_5 представляют собой цепочку автоматического смещения.

Как уже говорилось, УВЧ склонен к самовозбуждению.

Для повышения устойчивости схема составлена так, что входной контур вместе с лампой представляет собой емкостной мост. (Конденсаторы C_2, C_3, C_4 и емкость между сеткой и анодом $Л_1$). При равновесии моста напряжение в одной

4*

диагонали (напряжение входа) не влияет на напряжение в другой диагонали (напряжение выхода). Анодной нагрузкой этого каскада служит контур $L_4L_6L_7$. Настройка на станцию осуществляется изменением индуктивности. Это изменение достигается перемещением металлического сердечника в катушке. Напряжение с контура L_4C_6 и C_7 через индуктивность L_5 подается на сетку правой части лампы. Эта часть лампы работает в режиме преобразователя частоты с совмещенным гетеродином. Контур L_6C_9, включенный через конденсатор C_{10} в анодную цепь правой части лампы 6Н3П $Л_1$, настроен на частоту гетеродина.

Изменение частоты гетеродина осуществляется металлическим сердечником катушки, перемещаемым вместе с сердечником катушки УВЧ. Положительная обратная связь в генераторе осуществляется через катушку индуктивности L_5. Таким образом, на сетку правой половины лампы 6Н3П ($Л_1$) подается напряжение двух колебаний: принимаемого сигнала и гетеродина. Эта часть лампы работает в нелинейном режиме. В результате в анодной цепи преобразователя выделяется напряжение разностной частоты. Нагрузкой смесителя является полосовой фильтр L_7 и L_8, настроенный на $f_{пр}=6{,}5$ МГц. Как видно из схемы, у этих фильтров (контуров) нет конденсаторов, роль их выполняют междувитковые емкости катушек индуктивности и емкости монтажа. С полосового фильтра (L_8) сигнал промежуточной частоты через контакты переключателя *7—9* и конденсатор C_5 поступает на управляющую сетку гептода $Л_1$ 6И1П, который в данном случае работает как первый каскад усилителя промежуточной частоты. Резистор R_3 и конденсатор C_8 выполняют роль развязывающего фильтра. Резистор R_2 служит для создания смещения на сетку правой половины лампы 6Н3П.

Нагрузкой гептодной части лампы 6И1П для $f_{пр}=6{,}5$ МГц служит полосовой фильтр L_8C_{11} и L_9C_{13}, а нагрузкой лампы 6К4П — полосовой фильтр $L_{15}C_{20}$ и $L_{16}C_{23}$, в свою очередь, нагруженный на частотный или дробный детектор.

К дробному детектору относятся следующие элементы схемы: контуры $L_{15}C_{20}$ и $L_{16}C_{23}$, катушка L_{14} и дроссель $Др_1$, диоды $Д_1$ и $Д_2$, нагрузочные резисторы R_{16} и R_{19} с конденсаторами C_{26} и C_{27}, симметрирующие резисторы R_{11} и R_{12} и электролитический конденсатор C_{29}. Нагрузкой дробного детектора служат резисторы R_{10} и R_{29}.

Рассмотрим работу дробного детектора. На рис. 2.26 показана его упрощенная схема. Если частота приходящего сигнала совпадает с частотой настройки контуров ($L_{15}C_{20}$ и $L_{16}C_{23}$), то на каждом из диодов $Д_1$ и $Д_2$ действуют одинаковые по величине напряжения. Эти напряжения вызывают в цепи каждого из диодов одинаковые по величине токи I_1 и I_2, но по сопротивлению нагрузки R_{10} и R_{29} эти токи текут навстречу и поэтому напряжение на нагрузке равно нулю (рис. 2.26 изображает схему дробного детектора отдельно). При отклонении ча-

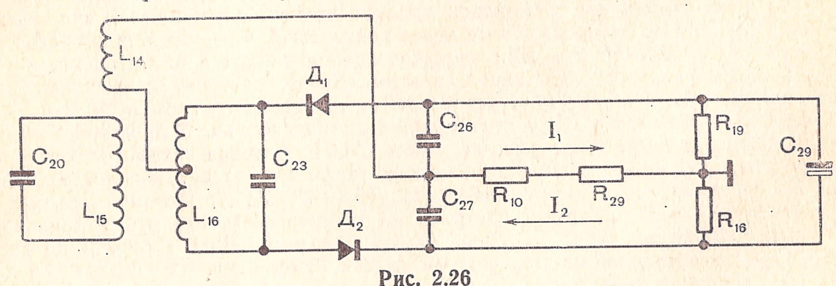


Рис. 2.26

стоты сигнала от частоты настройки контуров, из-за фазовых сдвигов между током и напряжением в контурах, напряжения на диодах по величине станут разными. Если на одном диоде напряжение увеличится, то на другом соответственно уменьшится. Это приведет к тому, что разностный ток, протекая по нагрузке, вызовет на ней падение напряжения. Полярность этого напряжения зависит от того, какой ток больше. Таким образом, изменение частоты ЧМ сигнала преобразуется частотным детектором в изменение напряжения, т. е. выделяется звуковой сигнал.

Конденсатор C_{29} имеет большую емкость, благодаря чему схема не реагирует на различные амплитудные, паразитные при частотной модуляции, изменения сигнала. Не реагирует конденсатор C_{29} и на быстрые изменения частоты, поэтому напряжение на нем меняется, а так как C_{29} включено параллельно конденсаторам C_{26} и C_{27}, то и на них напряжение постоянно. А вот отношение напряжений на C_{26} и C_{27} меняется, поэтому и детектор называется детектором отношений или дробным детектором.

Питание приемника осуществляется от двухполупериодного выпрямителя. В выпрямителе имеется силовой трансформатор Tp_2, первичная обмотка которого в зависимости от напряжения сети, с помощью перестановки колодки питания (предохранитель), включается частично или полностью. Повышенное напряжение со вторичной обмотки выпрямляется мостом $Д_3$ (АВС-80-260М) пропускается через фильтр $C_{37}R_{28}C_{36}R_{27}C_{35}$ и поступает для питания анодных цепей приемника.

Следует обратить внимание на то, что анодная цепь лампы $Л_4$ получает нефильтрованное напряжение, что, с одной стороны, разгружает $R_{28}R_{27}$, а с другой — не вызывает заметного фона в динамике, так как оконечная лампа мало чувствительна к пульсациям анодного напряжения.

ЗАДАНИЕ

Произвести сборку и монтаж приемника «Рекорд 68-2». *Предупреждение: При сборке необходимо применять отвертки, соответствующие винтам и гайкам крепежных деталей. На собранном приемнике не должно быть винтов с сорванными шлицами, гаек с испорченными гранями. Шасси и детали не должны иметь царапин и следов небрежного обращения. При работе с приемником следует строго выполнять правила техники безопасности, изложенные на стр. 3—5 и 82.*

Последовательность выполнения задания такова:

1. Установить на шасси и закрепить силовой трансформатор Tp_2 так, чтобы выводы обмоток были расположены в подвале шасси, а контактная колодка находилась сверху.

2. Установить на шасси и закрепить выходной трансформатор Tp_1.

3. Установить и закрепить гайками электролитические конденсаторы C_{35}, C_{36} и C_{37}. Положительный вывод конденсаторов должен находиться в подвале шасси.

4. Установить слева (со стороны шкалы) на передней панели шасси потенциометры регулировки тембра (верхний) и громкости (нижний) и закрепить их гайками. Оси потенциометров должны проходить в отверстия шкалы.

Такие узлы, как блок переменных конденсаторов КПЕ, блок УКВ, выпрямитель $Д_3$ установлены на шасси заранее.

На рис. 2.27 показан собранный приемник со стороны устанавливаемых деталей и со стороны электрических соединений печатной платы.

5. Произвести монтаж электрических соединений. При монтаже соединений в приемнике нужно руководствоваться принципиальной схемой электрических соединений (рис. 2.25) и монтажной схемой печатной платы (рис. 2.28).

На печатной плате смонтированы такие элементы, как переключатели диапазонов, входные и гетеродинные контуры, контуры пч и ламповые панели. Следует установить и произвести монтаж конденсаторов и резисторов. При ручном способе монтажа печатных плат детали на плату устанавливают вручную, а монтажные соединения паяют с помощью электропаяльника.

Навесные объемные радиодетали устанавливают после предварительной загибки (формирования) их выводов в соответствии с расстояниями между пистонами, установленными в отверстиях контактных площадок печатных проводников. Загибают выводы деталей с помощью круглогубцев. На рис. 2.29 приведены различные способы крепления радиодеталей на печатных платах. Как прави-

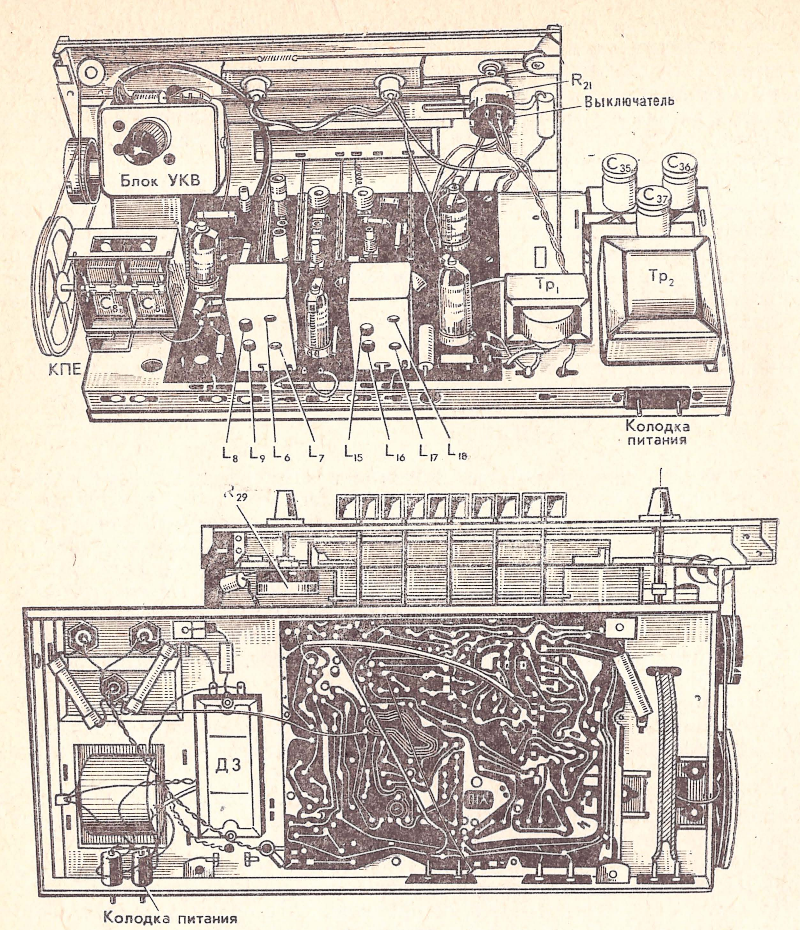


Рис. 2.27

ло, навесные элементы размещают только с одной стороны платы, свободной от печатного монтажа. Детали нужно укреплять так, чтобы маркировку легко можно было прочесть.

Особенное внимание нужно обратить на технику пайки. Припаивать радиодетали к пистонам на печатных платах нужно так, чтобы припой заполнял пистоны без пузырей, раковин и пустот. Загнутые концы выводов радиодеталей припаиваются по всей длине загиба, прилегающего к фольге печатного монтажа. Припоем должен быть заполнен не только зазор между выводами и пистонами, но и контактная площадка вокруг пистона. Нельзя допускать перегрева печатных проводников, иначе фольга будет отслаиваться от гетинаксовой подложки. Оптимальное время пайки 2—3 с. Во время пайки печатного монтажа следует чаще обращать внимание на чистоту жала паяльника. Следить, чтобы во время пайки не задеть жалом соседние печатные проводники. Не следует забывать,

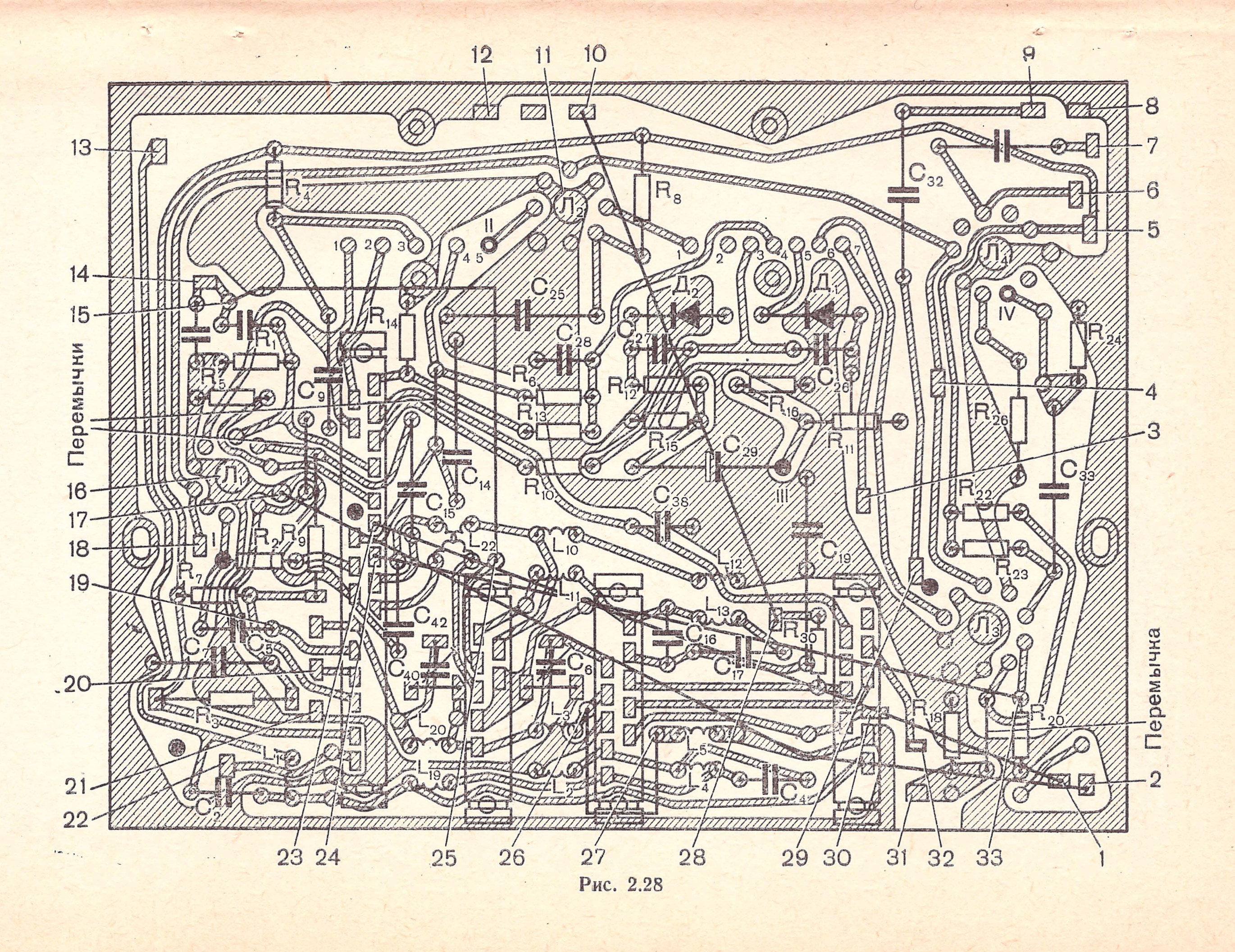

Перемычки
Перемычка
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33

Рис. 2.28

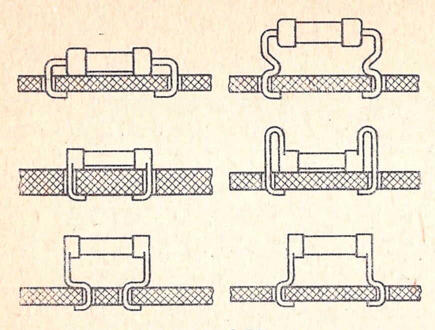


Рис. 2.29

что при пайке полупроводниковых диодов необходимо пользоваться теплоотводом.

После установки и распайки деталей нужно проложить на печатной плате со стороны печати несколько проводов и перемычек. Контакты *1* и *33* соединить проводами в экране с контактами *23* и *24*, соответственно. Экранирующую оплетку с одной и с другой стороны припаять на корпус (контакты *2* и *17*). Для того чтобы экранирующая оплетка не замкнула печатных проводников схемы, ее следует поместить в хлорвиниловую трубку. Контакт *28* соединить изолированным проводом с контактом *10*. Контакт *27* соединить со стороны деталей с контактом *26*, а контакт *25* с контактом *15*. Далее голыми одножильными проводами диаметром 0,5—0,8 мм сделать три перемычки со стороны деталей согласно схеме (см. рис. 2.28).

После окончания пайки необходимо промыть места паек спиртом или денатуратом, удалив таким образом остатки флюса.

Далее печатную плату нужно установить на шасси и произвести объемный монтаж выпрямителя и фильтра, а также подключение проводов к печатной плате, регуляторам громкости и тембра, внешним гнездам и к другим деталям.

При монтаже выпрямителя следует также руководствоваться электрической и монтажной схемами. Четыре проводника типа ПМВ диаметром 0,5 мм и длиной 400 мм (два голубой, один зеленой и один белой окраски) пропустить в хлорвиниловую трубку. Провода в трубке пропустить через отверстие в шасси между силовым трансформатором и диодом $Д_3$ и распаять. Концы двух голубых проводов пропустить с внутренней стороны в контакты колодки питания и пропаять с наружной стороны. Другие концы этих же проводов припаять к двум средним контактам выключателя, смонтированного совместно с потенциометром регулятора тембра R_{21}. К крайним контактам этого выключателя припаять зеленый и белый провода. Противоположный конец белого провода припаять к среднему лепестку колодки питания, а зеленого провода к одному из лепестков колодки на силовом трансформаторе $Тр_2$. К этому же лепестку припаять зеленый провод, выходящий из силового трансформатора. Два вывода силового трансформатора (красного цвета) припаять к крайним лепесткам колодки питания и белым проводником соединить левый лепесток колодки питания со свободным лепестком на колодке силового трансформатора.

Выводы накальной обмотки трансформатора, сделанные проводом типа ПЭЛ диаметром 1 мм, припаиваются к земляному лепестку на корпусе и к контакту *4* печатной платы. Найти с помощью омметра, прибора Ц-435 или пробника, повышающую обмотку си-

лового трансформатора и распаять их на лепестки выпрямительного элемента $Д_3$, обозначенные на корпусе значком «~». Оставшийся вывод силового трансформатора (голубой провод), а также лепесток выпрямительного элемента со значком «—» соединить с корпусом шасси. Лепесток выпрямительного элемента «+» соединить с электролитическим конденсатором C_{37}. Припаять между выводами конденсаторов C_{37} и C_{36} резистор R_{28}, а между C_{36} и C_{35} — резистор R_{27}. Соединить синим проводом типа ПМВ диаметром 0,5 мм выводы конденсаторов с контактами на печатной плате: C_{37} с контактом *7*, C_{36} с контактом *3* и C_{35} с контактом *5*.

Со стороны печатных проводников к печатной плате следует припаять: один из концов вторичной обмотки выходного трансформатора к контакту *9* (другой конец вторичной обмотки выходного трансформатора на корпус); изолированный провод от одного из гнезд «*Магнитофон на воспроизведение*» к контакту *30* (другое гнездо соединить с корпусом шасси); голый провод с контакта *11* на корпус шасси; конденсатор C_1 к контакту *13* (другой вывод конденсатора припаять к гнезду «Антенна»); голый провод к контакту *16* и соединить его с корпусом, конденсатор C_3 к контакту *22* (другой конец конденсатора припаять на корпус).

Со стороны навесных деталей к печатной плате нужно подключить (в этом случае нужно руководствоваться не монтажной схемой печатной платы на рис. 2.28, а ее зеркальным изображением): первичную обмотку выходного трансформатора к контактам *6* и *7*; один из лепестков патронов подсветки шкалы к контакту *4* (другой лепесток заземляется); левый крайний вывод потенциометра регулятора громкости R_{29} к контакту *2*, средний вывод этого потенциометра через конденсатор C_{31} к контакту *1*, правый вывод потенциометра к контакту *32*; левый вывод потенциометра регулятора тембра R_{21} к контакту *29*, средний вывод этого потенциометра к контакту *31*, правый вывод потенциометра через конденсатор C_{30} на корпус; коаксиальным кабелем РК-1 (длина 250 мм) соединить выводы *1* и *2* блока УКВ (счет слева направо) с контактами *20* и *21* соответственно; вывод *3* блока УКВ соединить с контактом *22*, вывод *4* этого блока с контактом *18*. Выводы блока УКВ *6* и *7* двойным вч проводом соединить с гнездами «*УКВ антенна*»; вывод от статора одной секции КПЕ соединить с контактом *19*, а другой вывод с контактом *14*.

Закончив монтаж приемника, необходимо визуально проверить правильность соединений, сверяя их с принципиальной электрической и монтажной схемами.

В последнюю очередь длинными проводами соединяют выводы громкоговорителя с контактами печатной платы *8* и *9*, а также выводы от звукоснимателя с контактами *10* и *12* (изолированный провод к контакту *10*) и провода питания двигателя к контактной колодке на силовом трансформаторе.

Проверка приемника. Проверку приемника следует начинать со снятия карты сопротивлений. Методика измерения сопротивлений и построение карты сопротивлений изложены в разделе «Мон-

таж ламповых устройств». Если измеренные сопротивления соответствуют величинам, указанным на электрической схеме, номинал предохранителя соответствует заданной величине (1А), колодка питания вставлена соответственно напряжению сети правильно и нет короткого замыкания в анодных цепях, можно установить лампы и включить приемник. На какое напряжение установлена колодка питания (127 В или 220 В), можно проверить омметром, подключив его к вилке питания: при установке колодки питания на 220 В сопротивление первичной обмотки силового трансформатора должно быть больше, чем при установке на 127 В. Проверка на отсутствие короткого замыкания в анодных цепях тоже может быть проведена омметром, если включить его между положительным выводом конденсатора C_{37} и корпусом приемника. Если стрелка прибора на короткое время отклонится в сторону малого сопротивления, вследствие заряда конденсаторов, а потом вернется в положение «∞», то короткого замыкания нет. Если же прибор покажет сопротивление 2—3 кОм (величина сопротивления фильтровых резисторов), то в анодных цепях где-то имеется короткое замыкание. Если на этом этапе проверка приемника не показала наличие ошибок в монтаже, можно включить приемник. Убедившись, что нет дыма и запаха горящей изоляции, следует измерить режимы по постоянному току и составить карту напряжений (правила сопоставления карты напряжений даны в разделе «Монтаж ламповых устройств»). Если режимы соответствуют указанным напряжениям на принципиальной схеме, то можно приступить к покаскадной проверке приемника.

Проверку УНЧ осуществляют таким же способом, как это было рассмотрено на стр. 80. В случае, если нч возбуждается (воющий звук в динамике), то следует поменять местами концы вторичной обмотки выходного трансформатора.

Далее проверяют УПЧ и детектор. Для этого на управляющую сетку лампы 6И1П подают модулированные колебания высокой частоты от генератора Г4-18А (для проверки каналов кв, св и дв — 465 кГц, а для проверки канала укв — 6,5 МГц). Напряжение на выходе генератора должно быть относительно большим, в пределах $0{,}5 \div 1$ В. При исправных каскадах УПЧ и детектора на выходе приемника должен прослушиваться тон модулирующей частоты. Для проверки ЧМ-тракта нужно к детектору между конденсаторами C_{26} и C_{27} и корпусом подключить вольтметр постоянного напряжения с пределом шкалы 2,5 В. В роли вольтметра можно использовать прибор Ц-435. При изменении частоты генератора в пределах 6,5 МГц$\pm$100 кГц постоянное напряжение на выходе детектора должно изменяться до ± 1 В.

Гетеродин кв, св и дв диапазонов проверяют так: к аноду лампы 6И1П подключают вольтметр постоянного тока на предел напряжения 300 В. Затем срывают колебания гетеродина, закорачивая пластины переменного конденсатора (секции гетеродина). Если гетеродин генерировал, то после срыва колебаний анодное напряжение должно уменьшиться на несколько вольт. Можно также

проверить генерацию и с помощью осциллоскопа, подключив его вход к сетке лампы гетеродина. У исправного гетеродина на сетке имеются синусоидальные колебания высокой частоты. Выяснив работоспособность каскадов приемника, нужно включить антенну и настроиться на какую-нибудь радиостанцию. Если входные цепи смонтированы правильно, то приемник должен работать.

Настройка приемника. Для настройки каскадов УПЧ кв, св и дв диапазонов сигнал от генератора стандартных сигналов Г4-18А частотой 465 кГц подать на первую сетку гептодной части лампы 6И1П. Индикатор выхода типа ИВ-4 подключить к клеммам громкоговорителя. Поочередно вращая сердечники катушек L_{18}, L_{17}, L_7 и L_6 (рис. 2.27*а*) специальной отверткой из изоляционного материала, добиться максимального показания прибора.

Поскольку изменение настройки одного контура сказывается на настройке остальных, эту операцию нужно повторить 2—3 раза, пока не будет получено максимально возможное напряжение, измеренное ИВ-4. Трансформаторы ПЧ ЧМ тракта настраиваются на заводе и без надобности вращать сердечники катушек не рекомендуется.

Настройка антенного фильтра АФ производится по сигналу генератора Г4-18А с частотой 465 кГц, но этот сигнал подается на гнездо А приемника. Вращением сердечника катушки L_1 добиваются минимального показания прибора ИВ-4.

Далее необходимо настроить контуры высокой частоты и гетеродина так, чтобы фактическая настройка приемника соответствовала делениям шкалы (произвести укладку диапазонов), а также обеспечить сопряжение контуров гетеродина со входными контурами. Для каждого приемника предусмотрены определенные частоты. Для приемника «Рекорд 68-2» эти частоты приведены в табл. 2.2.

ТАБЛИЦА 2.2

Диапазоны	Частоты точек укладки		Частоты точного сопряжения	
	Начало, кГц	Конец, кГц	Нижняя, кГц	Верхняя, кГц
дв	150	408	160	380
св	520	1625	570	1500
кв	3950	12100	4250	11200

При нажатой клавише ДВ и полностью введенном блоке КПЕ (максимальная емкость) подается частота 150 кГц на гнездо А от Г4-18А. Вращая сердечник катушки гетеродина дв L_{12}, L_{13}, добиваются максимального показания прибора ИВ-4. Этим начало диапазона укладывается в заданную частоту.

Затем блок КПЕ выводится (емкость минимальная) и при сигнале от Г4-18А частотой 408 кГц проверяется укладка конца диапазона по максимальному показанию прибора ИВ-4.

Сопряжение контуров в диапазоне дв производится так: установив на Г4-18А частоту 160 кГц и вращая ротор блока КПЕ по градуировке шкалы приемника, устанавливают эту частоту, а затем вращением сердечника катушки преселектора дв L_5 добиваются максимального показания прибора.

Повторяют ту же операцию, но при частоте 380 кГц, и сопряжения добиваются полупеременным конденсатором преселектора C_6.

Укладка диапазонов и настройка контуров на св и кв производятся аналогично, но при этом должна быть нажата клавиша соответственно св или кв. Манипулировать нужно подстроечными органами деталей соответствующих диапазонов.

Входная цепь, УВЧ и преобразователь ЧМ тракта выполнены в виде отдельного блока и настройка его в данной работе не предусмотрена.

Настройка УПЧ и детектора ЧМ тракта производится так. На управляющую сетку 6К4П через конденсатор емкостью 200÷÷300 пФ включают генератор Г4-18А, настроенный на частоту 6,5 МГц, а к конденсатору C_{29} подключают вольтметр (для измерения постоянного напряжения с пределом 2,5 В). Напряжение генератора должно быть таким, чтобы напряжение на конденсаторе C_{29} было порядка 0,5—1 В. Теперь нужно расстроить контур $L_{16}C_{23}$, вывинтив сердечник из катушки.

Затем с помощью сердечника катушки L_{15} нужно настроить контур $L_{15}C_{20}$ по максимальному показанию прибора. Вращать сердечник нужно медленно, так как напряжение на нагрузке детектора (из-за большой емкости C_{29}) изменяется инертно. Далее, подключив генератор Г4-18А через конденсатор 200 пФ ко входу преобразовательной лампы 6И1П настраивают УПЧ так же, как это делалось в АМ тракте. Закончив настройку УПЧ и проверив его полосу пропускания расстройкой частоты генератора на ±100 кГц, можно приступить к окончательной настройке ЧМ детектора. Подключить вольтметр постоянного напряжения с пределом 2,5 В между конденсаторами C_{26}, C_{27} и шасси; генератор подключить к управляющей сетке 6К4П и настроить его на частоту 6,5 МГц. Вращением сердечника L_{16} установить стрелку прибора на нуль шкалы и, изменяя частоту Г4-18А в пределах ±100 кГц, убедиться, что напряжение на выходе плавно изменяется в пределах ±1 В. После этого следует проверить как в ЧМ детекторе подавляется паразитная амплитудная модуляция. Для этого нужно промодулировать по амплитуде сигнал 6,5 МГц с генератора частотой 1000 Гц и с коэффициентом глубины модуляции 30%, поставить регулятор громкости на максимум и регулировкой резистора R_{11} добиться минимальной громкости на выходе приемника. Минимальная громкость должна сохраниться при расстройке промежуточной частоты 6,5 МГц на ±50 кГц.

РЕМОНТ ЛАМПОВЫХ ПРИЕМНИКОВ

Ремонту радиоприемника предшествует отыскание неисправностей, и это, пожалуй, самая сложная часть работы. Неисправность

найти трудно без хорошего знания схемы и принципа работы приемника. Поэтому прежде чем приступить к этой работе, нужно изучить назначение и принцип действия узлов и деталей приемника.

При неисправности в приемнике он может совсем не работать или работать плохо, с перебоями и с искажениями. В первом случае неисправности находить обычно легче, чем во втором.

При любом виде неисправностей начинать нужно с внимательного внешнего осмотра узлов, деталей, соединительных проводников. Немалый процент неисправностей падает на плохие контакты в переключателях, ламповых панелях и колодке питания.

Очень полезно при осмотре монтажа и деталей приемника иметь перед собой принципиальную электрическую схему и по ходу осмотра запоминать, где какой элемент электрической схемы находится в реальном приемнике. Легко сразу опознать выпрямитель приемника. К нему, как правило, относятся силовой трансформатор, выпрямительный элемент (кенотрон, селеновый элемент или полупроводниковые диоды) и фильтр. Фильтр обычно содержит два-три электролитических конденсатора и резисторы (реже дроссель). Эти конденсаторы и резисторы имеют большие габариты.

Разбираясь в остальной части схемы, удобно ориентироваться на ламповые панели. При определении принадлежности контурных катушек следует иметь в виду, что катушки св содержат больше витков, чем для кв и меньше, чем катушки дв. Катушки гетеродина содержат меньше витков по сравнению с катушками преселектора соответствующего диапазона.

Закончив внешний осмотр, нужно перейти к определению неисправной части приемника. Не следует это делать бессистемно. Нужно придерживаться одной из определенных последовательностей. Можно приемник разделить на три части: источник питания (выпрямитель), низкочастотная часть (усилитель низкой частоты) и высокочастотная часть (УВЧ, преобразователь, УПЧ и детекторы). Если приемник «молчит» и электронные лампы не накаливаются, то причину, по всей вероятности, нужно искать в источнике питания. Если приемник воспроизводит грамзапись (либо при прикосновении пальцем к гнезду «звукосниматель» гудит), но нет приема радиостанций, значит неисправна высокочастотная часть. Если же приемник «молчит», а при проверке источника питания все напряжения находятся в норме, то вероятней всего, что неисправен усилитель нч. Определив неработающую часть приемника, можно заняться отысканием неисправности в этой части.

В качестве примера рассмотрим приемы отыскания неисправностей в радиоле «Рекорд-68-2».

Источник питания. На источник питания, как правило, падает большая часть всех случаев повреждений. Если приемник совсем не работает, не светятся сигнальные лампочки подсветки шкалы, не светятся нити накала электронных ламп, момент включения приемника не сопровождается фоном, то первое, что в этом случае нужно проверить, это предохранитель. Быстро это можно сделать с помощью прибора Ц-435, включив его как омметр. Если предо-

хранитель исправен, то с помощью прибора Ц-435, включив его как вольтметр переменного тока, нужно проверить наличие напряжения на колодке питания. Если оно равно нулю, искать неисправность следует в шнуре питания и в вилке. Исправность этих элементов можно также проверить с помощью омметра. Далее следует проверить исправность выключателя сети (он смонтирован вместе с потенциометром тембра). Если выключатель исправен, то, включив его, можно с помощью омметра (присоединив его к вилке шнура питания) проверить первичную обмотку силового трансформатора. Обмотка должна иметь сопротивление 15—25 Ом.

Если при включении приемника перегорает предохранитель, то возможна неисправность в цепях накала ламп, в выпрямителе, либо в анодных цепях. Тут лучше действовать методом исключения, проверяя последовательно все подозреваемые цепи. Например, подозреваемой цепью является питание накала ламп. Для проверки наличия короткого замыкания, достаточно отключить от трансформатора один провод накала. Если предохранитель после этого опять сгорит, то повреждение находится в другой цепи.

Если есть подозрение, что поврежден селеновый мост, то, отключив провода от «+» контакта АВС 80—260, нужно проверить омметром плечи моста выпрямителя. Каждое плечо должно иметь одностороннюю проводимость, при одном включении прибора на плечо омметр должен показать сопротивление около 20—30 кОм, при встречном — «бесконечность». (Если вместо АВС 80-260 используются полупроводниковые диоды Д7Ж или Д226, то сопротивления плечей будут соответственно равны 200 Ом÷500 Ом и «∞»). Если мост исправен, то нужно, поочередно отключая электролитические конденсаторы, проверить их на отсутствие пробоя или большой утечки. Наличие пробоя или утечки подтвердит омметр, показав маленькое сопротивление. Если и эти элементы исправны, то нужно проверить, нет ли короткого замыкания в анодных цепях. В случае исправности всех проверенных элементов и цепей предохранитель все же сгорает, то почти наверняка произошло замыкание внутри силового трансформатора. В зависимости от количества замкнутых витков трансформатора предохранитель может и не перегорать, но тогда трансформатор будет быстро нагреваться и появится запах сгоревшей изоляции.

Рассмотренные неисправности устраняют заменой поврежденных деталей: силового трансформатора, электролитических конденсаторов, либо диодного моста. Иногда бывает так, что пробой электролитического конденсатора вызывает пробой диодного выпрямителя и тогда приходится заменять сразу два элемента.

Может случиться, что предохранитель не перегорает, а приемник, в частности, выпрямитель, не работает. При измерении оказывается, что напряжение на фильтровом конденсаторе C_{37} соответствует указанному на схеме, а на конденсаторе C_{36} равно нулю. При проверке конденсатора C_{36} выясняется, что он пробит, а это вызвало большой ток через резистор R_{28}, в результате чего резис-

тор сгорел и цепь питания анодов ламп оборвалась. В этом случае нужно сменить C_{36} и R_{28}.

Неисправность усилителя низкой частоты. Если не работает УНЧ, то после визуального осмотра деталей и узлов схемы усилителя и отсутствия повреждений контактов или замыкания следует проверить режимы ламп по постоянному току. Обычно на электрических схемах у каждого электрода лампы указана величина напряжения. При проверке прибором типа Ц-435 измеренные напряжения на электродах ламп не должны отличаться более чем на 20% от напряжений, указанных на схеме.

Если при проверке режимов окажется, что отсутствует напряжение на анодах ламп, то необходимо последовательным перемещением щупа прибора по цепи проверить все цепи от выпрямителя до анодов ламп. В случае, если напряжения на нагрузочном резисторе и выходном трансформаторе со стороны выпрямителя имеются, то следует проверить омметром исправность резистора и первичной обмотки выходного трансформатора, при этом приемник следует выключить.

Если при проверке режимов выяснится, что напряжения на анодах ламп выше нормы и равны напряжению источника питания, то скорей всего нарушен проводящий слой резисторов (сгорел резистор) в цепях катодов ламп либо оборван катод. Проверить резисторы можно омметром при выключенном приемнике, а установить обрыв катода — сменой лампы.

Встречается и такая неисправность. Сильно накален анод выходной лампы (он хорошо просматривается через стеклянный баллон), а напряжение на резисторе в катоде этой лампы значительно выше нормы. Причина неисправности — утечка тока в разделительном конденсаторе C_{33} или его пробой. В результате этого на управляющей сетке появляется большой положительный потенциал. Неисправный конденсатор следует заменить.

Бывает и так, что все режимы на электродах ламп в пределах нормы, а УНЧ не работает. В этом случае проверить УНЧ нужно с помощью звукового генератора. Порядок проверки следующий. Включив генератор нч и установив на выходе частоту 1000 Гц и напряжение порядка 5 В, соединяют его выход с управляющей сеткой выходной лампы. Если в громкоговорителе не будет прослушиваться тон этой частоты, то неисправность нужно искать в этом каскаде. Причинами могут быть: пробой конденсатора C_{39}, шунтирующего первичную обмотку выходного трансформатора, обрыв во вторичной обмотке выходного трансформатора или обрыв катушки громкоговорителя. Проверить эти цепи можно омметром (при выключенном приемнике). При проверке неисправности конденсатора один его конец нужно отпаять, иначе будет ошибка измерения из-за малого сопротивления первичной обмотки выходного трансформатора, включенного параллельно конденсатору. Громкоговоритель также нужно отсоединить от трансформатора, иначе будет неясно, какая цепь имеет обрыв — громкоговорителя или трансформатора.

Если выходной каскад работает, можно переходить к проверке

предыдущего, для чего сигнал от генератора нужно подать на разделительный конденсатор C_{33}. При отсутствии обрыва в конденсаторе громкость звука на выходе не изменится. Далее, уменьшив сигнал генератора до десятых долей вольта, подать его на разделительный конденсатор C_{31} и затем на регулятор громкости R_{29}, проверив таким образом эти элементы.

Разобранные неисправности в УНЧ, как правило, полностью лишают усилитель работоспособности, но встречаются и такие неисправности, которые лишь ухудшают качество работы УНЧ. Например, замыкание катода на корпус, если между ними включены детали автоматического смещения, приводит к нарушению режима работы лампы, что, в свою очередь, вызывает нелинейные искажения, проявляющиеся в виде хрипа звука. Замыкание катода на корпус может быть и из-за пробоя конденсатора C_{30}, проверить который можно омметром, отпаяв один из его выводов от схемы. (Нарушение цепи обратной связи $C_{32}R_{21}$ также приводит к появлению нелинейных искажений.)

Неисправности детектора и УПЧ приемника. В данном приемнике два детектора: амплитудный — на левой половине лампы 6Н2П и частотный — на полупроводниковых диодах, причем амплитудный детектор выполняет еще роль детектора АРУ.

Отказ в работе АМ детектора может возникнуть из-за потери лампой эмиссии, плохого контакта в переключателе и неисправности нагрузочных резисторов R_{13} и R_{14}, а также из-за пробоя конденсаторов C_{28}, C_{38}. Резисторы и контакты переключателя легко проверить омметром прибора Ц-435, лампу же лучше заменить новой или же между контактами *2—3* ламповой панели включить точечный полупроводниковый диод анодом к контакту *2*. Если при этом приемник будет работать, то причина состоит в неисправности лампы.

Иногда из-за плохого контакта конденсатора C_{14} фильтра АРУ или обрыва внутри этого конденсатора может возникнуть самовозбуждение высокочастотной части приемника, проявляющееся в виде свиста. В случае подключения параллельно C_{14} другого конденсатора, примерно такой же емкости, свист прекращается.

В частотном детекторе могут встретиться неисправности, вызывающие в динамике рокот глухого тона. Это может быть из-за расстройки контуров частотного детектора, асимметрии плеч детектора, из-за обрыва или потери емкости конденсатора C_{29} или обрыва одного из резисторов R_{11} и R_{12}. Ликвидировать эти неисправности можно подстройкой контуров частотного детектора на слух по принимаемой станции (см. стр. 108) или регулировкой резистора R_{11} (также на слух, либо по приборам) и заменой конденсатора C_{29} и резисторов R_{11} или R_{12}.

Искажение звука в ЧМ тракте может объясняться повреждением диодов детектора. Внешне это проявляется только при работе в диапазоне укв. Исправность диодов можно проверить омметром.

Если есть подозрения на неисправность УПЧ приемника, то проверку так же, как и УНЧ, следует начинать с внешнего осмотра и

проверки режимов на электродах лампы 6К4П. Если режимы соответствуют норме, то для дальнейшей проверки цепей УПЧ АМ канала следует подать на вход лампы с генератора Г4-18А сигнал частотой 465 кГц, промодулированный низкой частотой. При отсутствии низкочастотного сигнала на выходе УНЧ следует выключить приемник и проверить омметром целость контурных катушек L_{17} и L_{18} и исправность конденсаторов C_{21}, C_{24}.

Для проверки цепей УПЧ ЧМ канала нужно подать с генератора на вход лампы 6К4П сигнал частотой 6,5 МГц, а в качестве индикатора подключить к нагрузке частотного детектора вольтметр с пределом шкалы 2,5 В. При изменении частоты генератора на ± 100 кГц и отсутствия напряжения на нагрузке следует проверить омметром при выключенном приемнике контурные катушки L_{15} и L_{16}, а также конденсаторы C_{20}, C_{23}. При проверке конденсаторов один вывод их следует отсоединить от цепи.

Неисправности преобразователя частоты и входных цепей приемника. Проверку преобразователя следует начать с измерения режима гептода и триода лампы 6И1П. В случае отсутствия напряжения на аноде гептода проверить целость катушек L_6 и L_8, а также исправность резистора R_4. Если нет напряжения на экранирующих сетках гептода, то следует проверить резистор R_3. Бывает, что напряжение на аноде гептода равно напряжению источника питания на конденсаторе C_{35}. В этом случае можно предполагать, что лампа либо заперта напряжением АРУ, либо потеряла эмиссию. Для снятия напряжения АРУ нужно замкнуть конденсатор C_{14}. Иногда повышенное напряжение на аноде гептода может быть вызвано обрывом катода. В случае пробоя конденсатора C_7 напряжение на экранирующих сетках гептода станет равным нулю. На аноде триода 6И1П также может не быть напряжения из-за нарушения проводящего слоя одного из резисторов R_9 или R_7.

Если напряжения на электродах 6И1П не более чем на 20% отличаются от указанных на схеме, то проверку преобразователя следует начать с проверки гетеродина. Наличие генерации гетеродина можно выяснить одним из способов, разобранным на стр. 106.

При отсутствии генерации на каком-либо одном диапазоне следует проверить катушки и конденсаторы неработающего диапазона; в случае отсутствия генерации на всех диапазонах нужно проверить конденсаторы C_{18}, C_{22} и C_8.

Проверять конденсатор переменной емкости C_8 на отсутствие замыкания нужно при полностью введенном и выведенном роторе.

Работоспособность входных цепей приемника дв и св диапазона можно проверить, пользуясь простейшим индикатором, состоящим из последовательно включенных точечного диода и головных телефонов, которые вместе с контуром, преселектора образуют простейший детекторный приемник. При нажатой клавише дв и св и подключении индикатора к управляющей сетке гептода можно прослушивать в телефонах сигналы радиостанций (вращая переменный конденсатор C_8).

Проверить так входные цепи кв диапазона нельзя, так как чувствительность детекторного приемника на коротких волнах мала.

Так же, как и каскад УПЧ, проверяется на прохождение сигнала и преобразователь. Если сигнал от генератора не проходит (нет звука в громкоговорителе в АМ канале и отсутствует напряжение на нагрузке частотного детектора в ЧМ канале), то следует проверить омметром катушки L_6, L_7, L_8, L_9 и конденсаторы C_{10}, C_{11}, C_{12} и C_{13}.

Ремонт блока УКВ работами в мастерской не предусмотрен. Если есть уверенность, что УПЧ ЧМ тракта работает, а прием ЧМ сигнала отсутствует, значит неисправен УКВ блок.

РЕМОНТ ТРАНЗИСТОРНЫХ ПРИЕМНИКОВ

В качестве примера рассмотрим принципиальную схему переносного транзисторного приемника «Алмаз» (рис. 2.30).

Катушки входного контура L_1 и L_2 и катушки связи L_3 и L_4 намотаны на ферритовом стержне магнитной антенны. На дв катушки L_1 и L_2 включаются последовательно, а на св катушка L_1 замкнута. Преобразователь частоты собран на транзисторе T_1 по схеме с совмещенным гетеродином. Гетеродин работает по схеме с индуктивной обратной связью. В диапазоне св к контуру гетеродина дв $L_5C_5C_6$ параллельно подключается контур $L_7C_7C_{34}$.

Катушка связи гетеродина L_6 является общей для св и дв диапазонов. Нагрузкой преобразователя частоты является трехконтурный фильтр сосредоточенной селекции, обеспечивающий хорошую избирательность. В приемнике применен двухкаскадный УПЧ на транзисторах T_2 и T_3. Первый каскад усилителя апериодический с активной нагрузкой. Второй собран по резонансной схеме, его нагрузка $L_{12}C_{19}$. В качестве детектора использован полупроводниковый диод $Д_1$, нагруженный на переменный резистор R_{13}. В этом же каскаде вырабатывается постоянное напряжение АРУ, которое через фильтр R_5C_{15} подается на базу транзистора T_2. УНЧ собран на транзисторах T_4—T_7 типа П15. Связь первого каскада со вторым непосредственная. Смещение на базу T_4 подается с резистора R_{16}, в результате протекания по нему эмиттерного тока транзистора T_5. Нагрузкой транзистора T_5 является согласующий трансформатор $Тр_1$. Выходной каскад нч собран по двухтактной схеме. Напряжение смещения на базы T_6 и T_7 снимается с резистора R_{23}, включенного в цепь транзистора T_5. Два каскада УНЧ охвачены отрицательной обратной связью, напряжение которой снимается с $Тр_2$ и подается через $C_{31}R_{26}$ в эмиттер T_5. Устойчивая работа приемника обеспечивается развязывающими фильтрами $R_{24}C_{28}$, $R_{14}C_{23}$ и R_4C_{10}.

Так же, как и в ламповом приемнике, отыскание неисправностей в транзисторном приемнике следует начинать с внешнего осмотра его узлов, элементов и соединительных проводников. В случае, если внешним осмотром неисправность обнаружить не удалось, то следует отыскивать неисправность последовательно в каждой из трех частей в источнике питания, усилителе низкой частоты и высокочастотной части (УВЧ, преобразователь УПЧ и детектор).

Неполадки источника питания. Если приемник «молчит», то начинать проверку следует с источника питания (батарея, аккумулятор). Проверку напряжения источника питания нужно делать под нагрузкой, т. е. при включенном приемнике или при подключении к источнику нагрузочного сопротивления. Для приемника «Алмаз» напряжение источника под нагрузкой в 1,5 кОм должно быть 9 В, а если окажется меньше, то нужно приемник тут же выключить.

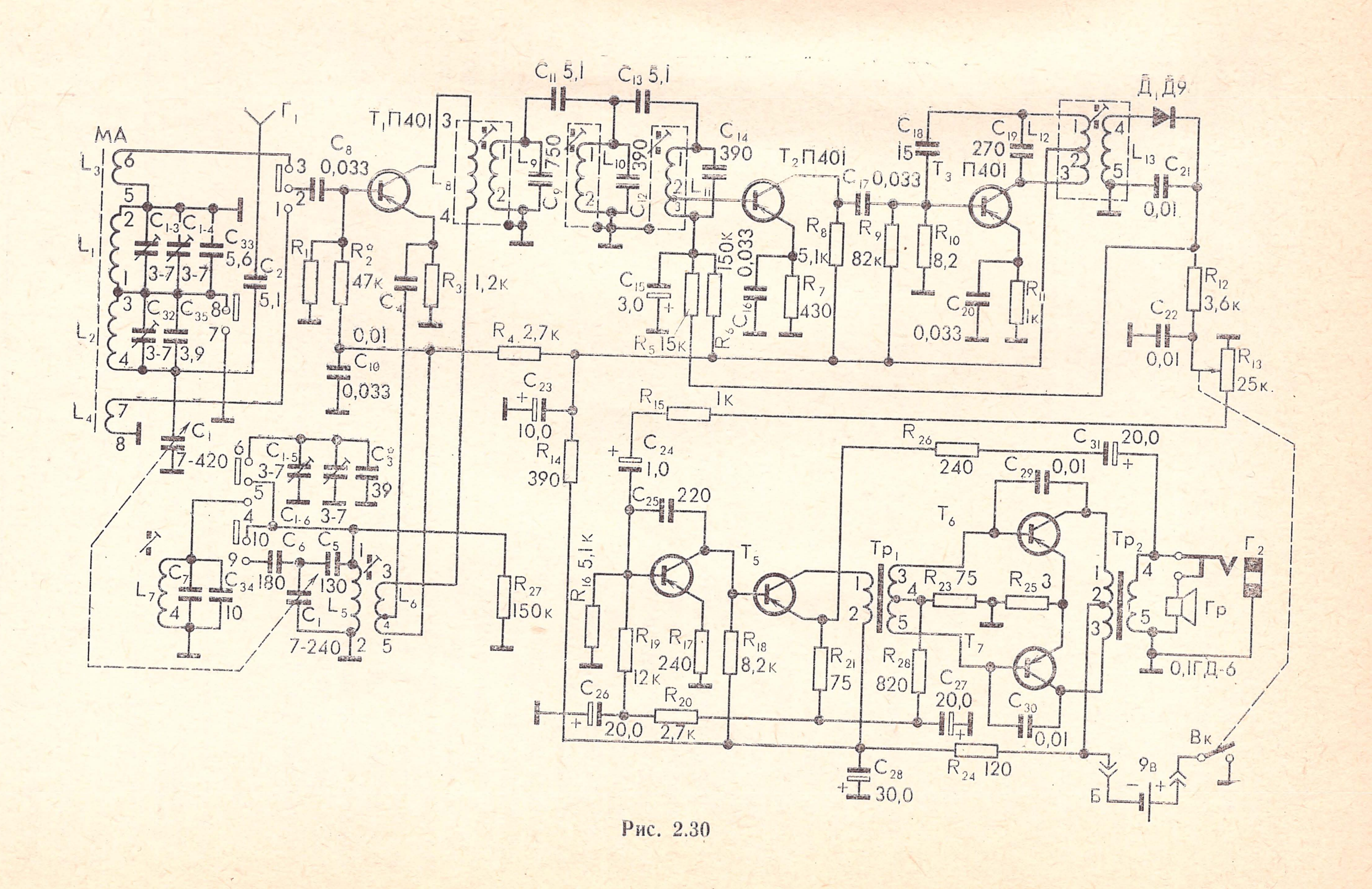


Рис. 2.30

Не всегда проверка источника питания при включенном приемнике может однозначно указать на то, что источник разряжен. Может быть напряжение источника стало меньше нормы из-за наличия неисправности в схеме приемника. В частности, если пробит один из конденсаторов фильтра C_{28} или C_{23}, напряжение источника сильно уменьшится. К заметному уменьшению напряжения источника может привести выход из строя одного или нескольких транзисторов (короткое замыкание внутри транзистора между эмиттером и коллектором). Особенно сильно уменьшится напряжение источника при выходе из строя выходных транзисторов. Поэтому достоверно убедиться в годности источника питания возможно только при включении его на эквивалент нагрузки с сопротивлением 1,5 кОм.

Если источник питания работоспособен, а приемник не работает, то следует проверить УНЧ.

Неисправности усилителя низкой частоты. От звукового генератора (ЗГ) на вход УНЧ подать сигнал с частотой 1000 Гц и напряжением 10÷20 мВ. Если сигнал не проходит (динамический громкоговоритель «молчит»), то точку подключения ЗГ следует перенести со входа УНЧ на вход последующего каскада (транзистор T_5), увеличив при этом амплитуду сигнала ЗГ в 10 раз. Если и в этом случае нет прохождения сигнала, то следует подключить ЗГ к первичной обмотке согласующего трансформатора $Тр_1$, увеличив амплитуду сигнала еще в 10 раз. При отсутствии сигнала на выходе следует проверить с помощью омметра выходной трансформатор и динамический громкоговоритель. Далее проверяются режимы работы транзисторов по постоянному току, начинать проверку целесообразно с выходного каскада. Для приемника «Алмаз» режимы приведены в табл. 2.3. При измерении режимов не следует забывать, что монтаж приемника сделан на небольшой печатной плате, где расстояния между соседними печатными проводниками очень малы и при небрежном прикосновении щупами прибора можно замкнуть измеряемую цепь на соседнюю и внести тем самым дополнительную неисправность. Если при проверке режимов будет обнаружено, что режим одного или нескольких транзисторов отличается от нормального на 20%, то в первую очередь следует проверить транзисторы. Проверка транзисторов осуществляется на специальном приборе; простейшую проверку транзисторов, без изме-

ТАБЛИЦА 2.3

Электроды транзистора	Транзисторы						
	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	T_6	T_7
База	—0,6	—0,6	—0,55	—0,35	—2,2	—0,12	—0,12
Эмиттер	—0,5	—0,4	—0,45	—0,25	—2	—0,02	—0,02
Коллектор	—5,5	—3,4	—6,8	—2,2	—7,8	—9	—9

рения параметров, можно сделать омметром. При подключении щупов омметра к транзистору *p-n-p* плюсом на базу, а минусом (поочередно) к эмиттеру и коллектору прибор должен показать сопротивление (в случае исправного транзистора) порядка 100 кОм. В случае согласного включения: минус на базу, а плюс на эмиттер и коллектор, сопротивление исправного транзистора должно быть порядка сотен ом. При включении омметра между эмиттером и коллектором транзистора, плюсом на эмиттер, сопротивление будет равно десяткам килоом, при минусе на эмиттере сопротивление увеличится до сотен килоом (рис. 2.31). Эту проверку легко осуществить, если транзисторы включаются в схему с помощью специальных контактных зажимов. Если же транзисторы монтируются в схему с помощью пайки, то можно, не выпаивая транзисторы, ориентировочно определить его исправность по напряжениям на электродах. В случае, если напряжение на эмиттерах транзисторов T_6 и T_7 равно напряжению источника питания, а напряжение источника сильно занижено, то скорей всего вышел из строя один из выходных транзисторов (короткое замыкание эмиттера с коллектором). Вообще для любого транзистора в схеме приемника увеличение напряжения на коллекторе и равенство его с напряжением источника питания говорит о том, что транзистор вышел из строя, либо на базу не подается смещение, либо имеется обрыв в цепи эмиттера.

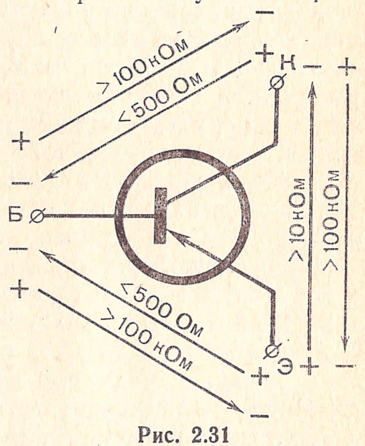


Рис. 2.31

Неисправность каскадов и нарушение режимов может быть и из-за неисправности не только транзисторов, но и резисторов, конденсаторов и трансформаторов.

Проверка резисторов, конденсаторов и трансформаторов делается попутно с измерением режимов. Если на коллекторе какого-либо транзистора напряжение равно нулю, а напряжение источника питания соответствует норме, то обрыв в коллекторной нагрузке.

В случае равенства напряжений на коллекторах транзисторов T_4, T_6 и T_7 с напряжением на базах соответствующих транзисторов скорей всего пробиты конденсаторы C_{25}, C_{29} и C_{30}. Обрыв же одного из конденсаторов C_{25}, C_{29}, C_{30} приведет к появлению нелинейных искажений, которые легко определить с помощью осциллографа или ориентировочно на слух.

Неисправности в детекторе и УПЧ. Если УНЧ работает, а приемник молчит, то причина неисправности кроется в вч части приемника. Начинать следует с проверки детектора. Для этого промодулированный сигнал с частотой 465 кГц и напряжением 0,1—0,2 В от генератора Г4-18А через конденсатор 200 пФ следует подать на первичную обмотку трансформатора УПЧ на транзисторе T_3. Если

сигнал в громкоговорителе не прослушивается, нужно проверить исправность трансформатора пч, диода $Д_1$, конденсаторов C_{21} и C_{22} и резистора R_{12}. Все эти элементы легко проверяются омметром. В случае, если сигнал проходит через детектор и режимы по постоянному току транзисторов T_2 и T_3 соответствуют табличным, то генератор нужно подключить к коллектору транзистора T_2, уменьшив при этом выходное напряжение генератора до 2—3 мВ. Причинами непрохождения сигнала в этом случае могут быть: неисправность конденсаторов C_{17} и C_{19} (в обрыве). В случае прохождения сигнала подключить генератор к коллектору транзистора T_1 и уменьшить выходное напряжение до 100 мкВ. При отсутствии сигнала на выходе приемника проверить исправность элементов фильтра сосредоточенной селекции L_9C_9, C_{11}, $L_{10}C_{12}$, C_{13}, $L_{11}C_{14}$. Убедившись, что сигнал проходит через УПЧ, детектор и УНЧ следует перейти к отысканию неисправностей в гетеродине, преобразователе и входных цепях приемника.

Неисправности в гетеродине и вч части приемника. Вначале так же, как и в предыдущих случаях, следует измерить режим транзистора T_1 по постоянному току и если режим соответствует табличному, то проверить, работает ли гетеродин. Эту проверку можно быстро и наглядно произвести с помощью осциллографа, подключив его к статору гетеродинной секции КПЕ. При отсутствии генерации гетеродина нужно проверить контакты в переключателе диапазонов, а также исправность блока КПЕ. Если гетеродин работает только на каком-либо одном диапазоне, то значит блок КПЕ исправен и следует искать неисправность в контактах переключателя, катушках и конденсаторах неработающего диапазона. Бывает, что пластины гетеродинной секции блока КПЕ замкнуты в каком-либо одном или нескольких местах, что вызывает отсутствие генерации именно в этих местах. Неисправность гетеродина можно обнаружить с помощью генератора Г4-18А.

Для этого необходимо обмотать приемник пятью-шестью витками гибкого провода и эту своеобразную катушку подключить к выходу генератора. При этом на шкале приемника установить волну местной радиостанции, а частоту генератора выбрать больше частоты принимаемого сигнала на величину промежуточной частоты. Если остальные каскады вч части приемника исправны, то будет слышна работа радиостанции.

Отсутствие генерации гетеродина может быть вызвано неисправностью резисторов, конденсаторов и катушек индуктивности гетеродина, которые проверяются обычно с помощью омметра. Особенно тщательно проверяются на отсутствие пробоя конденсаторы C_8, C_{10} и если установлено, что гетеродин приемника работает, а приема нет, то неисправность следует искать во входной цепи. Если приемник работает на св диапазоне и не работает на дв диапазоне, то нужно проверить контакты переключателя и дополнительные элементы дв диапазона: L_1C_{1-3}, C_{1-4}, C_{33} и L_3. При отсутствии приема и на св диапазоне проверить катушки L_2 и L_4 и конденсаторы C_{32} и C_{35}.

Глава 3.

Практические работы с приборами автоматических телефонных станций

ВВЕДЕНИЕ

Безотказная работа оборудования автоматических телефонных станций обеспечивается проведением профилактического осмотра и плановых текущих ремонтов всех без исключения приборов станции. Эти работы осуществляет на АТС регулировщик или регулировочная бригада. Правильная организация труда на рабочем месте регулировщика повышает качество выполняемых работ и производительность его труда. Установлено, что при выполнении регулировочных работ основная нагрузка у регулировщика приходится на органы зрения и мышцы рук. Для получения необходимой освещенности, кроме общего освещения помещения, на рабочем месте регулировщика должна быть настольная лампа. При работе регулировщик должен занять такое положение, при котором на предплечье и кисти рук приходилась наименьшая нагрузка. Для удобства в работе целесообразно иметь съемные подлокотники из обтянутого тканью поролона. Лаборатория НОТ УЛГТС рекомендует все предметы на рабочем столе регулировщика расположить по двум зонам (рис. 3.1). В первой зоне (нормальной досягаемости) разместить справа планшет с инструментами (*б*) и подставку для паяльника (*а*). Для каждого вида регулируемых приборов планшет комплектуется специальным набором инструментов (рис. 3.2). Непосредственно перед регулировщиком устанавливается подставка (*в*) для крепления регулируемого прибора, облегчающая работу. В зоне максимальной досягаемости

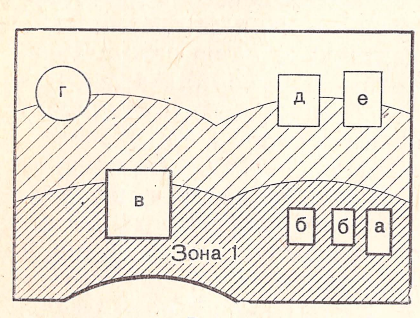
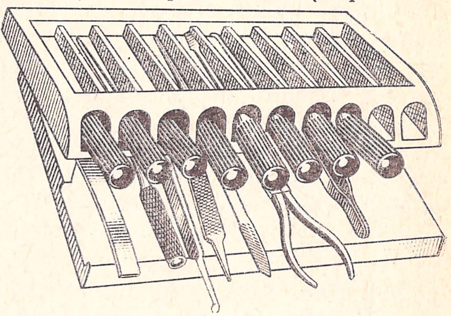


Рис. 3.1


Рис. 3.2

слева располагается настольная лампа (*г*), справа регулируемые приборы (*д, е*). В этой же зоне располагается омметр и подставка, в которой находятся граммометры, баночки с вазелином, канифолью и спиртом. Ящики стола рекомендуется использовать следующим образом: верхний — для хранения инструментов; второй — для документации; третий — для запасных частей.

На выдвижной доске, расположенной над ящиками, под оргстеклом располагают схемы, необходимые для работы. Высоту стула следует регулировать в соответствии с ростом работающего.

ТЕЛЕФОННЫЕ РЕЛЕ

Электрические реле — наиболее распространенные элементы электроавтоматики. С их помощью осуществляют скачкообразное изменение параметров вторичных (управляемых) цепей за счет энергии источника, действующего в первичной (управляющей) цепи. Реле автоматически включает, выключает или переключает управляемые электрические цепи. Реле обеспечивают необходимое взаимодействие и требуемую последовательность в работе отдельных частей телефонного оборудования, являясь основным прибором на телефонных станциях любых систем. Так, на автоматических станциях декадно-шаговой системы, имеющих широкое распространение в Советском Союзе, на каждый абонентский номер станции в 10 000 номеров приходится 6—7 реле.

По принципу действия электрические реле бывают электромагнитные нейтральные и поляризованные, магнитоэлектрические, электронные, ионные, биметаллические, фотоэлектрические и др. Наибольшее распространение в телефонной технике получили электромагнитные реле. По роду потребляемого тока они подразделяются на реле постоянного и переменного тока, по времени действия — на быстродействующие, с временем действия до 10 мс, нормальные, с временем действия до 20 (30) мс, и замедленные, с временем действия до 1 с; по форме сердечника — на реле с круглым и плоским сердечником; по габаритам — на нормальные и малогабаритные. Значительное число телефонных реле постоянного тока потребляют в первичной цепи мощность около 1 Вт, работают при напряжении станционной батареи от 24 до 60 В. Телефонное реле должно служить около 30 лет и за это время выдержать не менее $4 \cdot 10^8$ срабатываний. В процессе эксплуатации отдельные детали реле испытывают значительные динамические нагрузки и вследствие этого механические характеристики реле постепенно изменяются. Принято, что после $1 \cdot 10^7$ срабатываний реле подлежит регулировке, во время которой эти характеристики приводят к установленным нормам. В процессе эксплуатации оборудования технику АТС приходится выяснять и устранять повреждения, поэтому он обязан знать конструкцию, правильные приемы обслуживания и регулировку реле — прибора, имеющего наибольшее распространение.

Рассмотрим реле типов РПН и РЭС-14, имеющих широкое применение на декадно-шаговых и координатных АТС.

Реле РПН. Реле РПН (с плоским сердечником нормального габарита) предназначено для станционной коммутационной аппаратуры, работающей в нормальных климатических условиях (общий вид на рис. 3.3*а*). Почти все детали его изготовлены штамповкой, что значительно уменьшает стоимость.

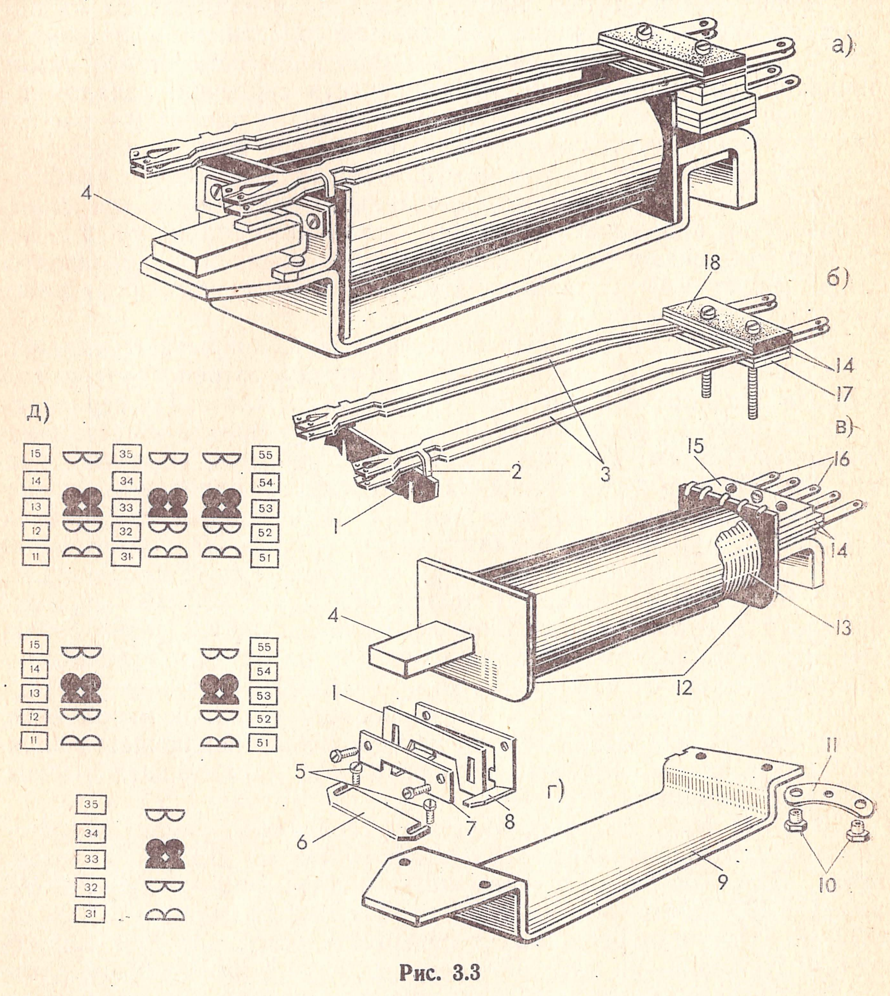


Рис. 3.3

Состоят эти реле из трех основных частей: сердечника с обмоткой *в*, пружинного пакета *б* и якоря *г* (рис. 3.3). Когда через обмотку проходит ток достаточной силы, якорь притягивается к сердечнику. Перемещаясь, он воздействует на контактные пружины, осуществляя переключение в управляемой цепи. При обесточивании обмотки якорь и контактные пружины возвращаются в исходное положение.

Сердечник *4*, являющийся одновременно и корпусом, изготовляется из мягкой, отожженной электротехнической стали. Отжиг сводит к минимуму остаточное намагничивание, так что реле после обесточивания беспрепятственно переходит в исходное состояние. Для того чтобы остаточный магнитный поток сердечника не препятствовал возвращению якоря, последний изолируют по магнитному потоку от сердечника немагнитной пластиной отлипания *6*. Сталь марки «ЭА» с уменьшенным значением остаточного намагничивания (маркируется на передней части сердечника знаком ⁑) применяется в реле с пластиной отлипания толщиной 0,1 мм при небольшой контактной нагрузке и 0,05 мм при всех остальных нагрузках. Для реле с малым коэффициентом надежности срабатывания и для реле с регламентированными значениями временных параметров применяют пластину отлипания толщиной 0,1 мм. Иногда выпускают реле, в которых для сердечника применяется сталь марки «Э» с нормальным остаточным намагничиванием (маркируются знаком *).

Для защиты от коррозии сердечник реле покрывают никелем. В задней изогнутой части сердечника предусмотрено отверстие с резьбой под винт М4 для крепления реле на плате. На сердечник реле насажены две щеки *12* прямоугольной формы из гетинакса толщиной 1,5 мм, которые вместе с сердечником образуют каркас для обмотки реле. Передняя щека служит одновременно опорой для контактных пружин реле. У задней щеки катушки на сердечнике укреплена соединительная группа *16*, содержащая пять выводных пружин (штифтов), к которым со стороны задней щеки подпаивают выводы обмоток реле, а с другой — провода внешнего монтажа платы. Счет выводных штифтов ведут сверху вниз при нормальном положении реле на плате. Нормальным положением считают такое, при котором плоскость якоря расположена строго вертикально, а направляющий угольник якоря находится сверху. Благодаря такому расположению исключается влияние массы якоря на чувствительность реле и уменьшается запыление поверхности контактов.

Обмотка реле *13* изолирована от сердечника шелковой лакотканью или лакированной бумагой толщиной 0,1 мм (полтора слоя). Для обмоток реле применяют медный провод марки ПЭЛ или ПЭШО диаметром от 0,05 до 1,0 мм, но чаще от 0,08 до 0,35 мм. Катушка реле может содержать одну, две или три обмотки. При наличии трех обмоток две из них имеют общую точку (штифт) включения. Начало обмоток всегда подпаивается к выводному штифту с меньшим номером, основную (рабочую) обмотку наматывают на сердечник первой, а все остальные — поверх нее.

В тех случаях, когда обмотка реле должна иметь большую величину сопротивления при определенном числе витков (определяется расчетом), применяется комбинированная обмотка, в которой часть витков выполнена медным проводом ПЭЛ, а часть — константановым ПЭК. Диаметр этих проводов берется одинако-

вым. В процессе намотки провода разного металла соединяют сваркой.

Если реле включается двумя обмотками на разговорные провода (питающие, реле сигналов взаимодействия и т. д.), то следует применять симметричные обмотки — обмотки, имеющие одинаковое активное и индуктивное сопротивление и одинаковое число витков. Симметричные обмотки можно выполнить двумя способами. По первому способу катушку еще одной щечкой делят пополам и на каждую половину наматывают одинаковые обмотки. По второму способу наматывают часть (по расчету) первой обмотки, затем всю вторую обмотку и затем остаток первой обмотки. Для получения чисто активного сопротивления применяют бифилярную (петлевую) обмотку. Ее наматывают константановым проводом поверх остальных обмоток одновременно двумя проводами, начала которых соединяют между собой, а концы распаивают на выводные штифты *4* и *5*.

Для получения замедленного действия в телефонных реле широко применяют короткозамкнутую обмотку. Она выполняется голым медным луженым проводом диаметром 0,5 мм, наматываемым непосредственно на сердечник. Индуктивность этой обмотки и малое ее сопротивление облегчает возникновение вихревых токов при установлении или исчезновении магнитного потока в сердечнике, т. е. эта обмотка затягивает процессы срабатывания и отпускания реле. В зависимости от степени замедления, короткозамкнутая обмотка имеет высоту 1, 2 или 3 мм соответственно 2, 4 или 6 слоев проволоки. На выступающем конце сердечника замедленного реле делается гравировка *К*/1 *К*/2 или *К*/3.

При определении величины сопротивления обмоток реле необходимо учитывать непостоянство сечения провода по длине. Разброс величин сопротивления (R) возможен при диаметре провода в 0,1 мм и более — на $\pm 10\%$, а при диаметре менее 0,1 мм — на $\pm 15\%$. Если известно, что $R \geqslant 2000$ Ом, то разброс принимается $\pm 15\%$. В бифилярных обмотках разброс допускается до $\pm 5\%$.

Якорь реле *9* замыкает магнитную цепь сердечника и в момент прохождения электрического тока по обмотке притягивается к сердечнику, воздействуя на контакты реле. Так же, как и сердечник, якорь изготавливается штамповкой с последующим отжигом и маркировкой. В реле типа РПН якорь расположен параллельно оси сердечника, благодаря чему магнитный поток рассеивания оказывается меньшим по сравнению с другими конструкциями, а следовательно, увеличивается чувствительность реле. Магнитная цепь этих реле имеет два зазора: один у основания якоря, второй, называемый рабочим, между выступающей (передней) частью сердечника и якорем. Рабочий зазор у данных реле имеет значительно большую площадь, чем у реле других типов, поэтому сопротивление магнитной цепи у них стабильно и сравнительно мало. Свобода движения якоря обеспечивается наличием выпуклости на заднем конце якоря, который в этом месте прижат к сердечнику листовидной бронзовой пружиной *11*.

Задний конец якоря имеет два отверстия под фигурные гайки *10* и вырез для направляющего уголка, который крепится вместе с соединительной группой. На передней части якоря двумя винтами *5* крепится латунный мостик *8*. Между мостиком и якорем устанавливается пластина отлипания *6*. Пластины отлипания выпускаются толщиной от 0,05 до 0,8 мм. Нормальной толщиной пластины отлипания считается 0,2—0,3 мм. Увеличение толщины пластины отлипания значительно уменьшает время отпускания реле и увеличивает время срабатывания. Пластины отлипания толщиной менее 0,2 мм применяются в тех случаях, когда реле имеет большую контактную нагрузку (для снижения ампер-витков срабатывания), или для увеличения времени отпускания реле. При малой контактной нагрузке тонкие пластины отлипания не применяются, так как это могло бы привести к залипанию якоря при отпускании реле.

Латунный мостик имеет центральный выступ, ограничивающий ход якоря. На мостике двумя винтами через прижимную пластину *7* крепится изоляционный упор якоря — пластина из зеркального гетинакса *1*.

Пружинный пакет реле РПН-3 состоит из одной, двух или трех контактных групп (рис. 3.3*б*). Пакет стянут двумя винтами. В каждой группе может быть от двух до шести пружин размером 75×3,5×0,5 мм. Они изготовляются из особо твердого нейзильбера. Изолируются контактные пружины друг от друга прокладками из гетинакса *14* толщиной 1,0 мм. Концы пружин раздвоены и снабжены контактами из серебра, платины или ее сплава с иридием или из вольфрама. Выбор металла контактов зависит от тока нагрузки и условий эксплуатации. Так, при безындукционной нагрузке током до 0,2 А применяют контакты из серебра, при нагрузке до 1А — из платины, а при токах 2—3 А (пульспары) — специальные вольфрамовые контакты. Контактные пружины разделяются на:

— рабочие, такие, на лапку которых *2* воздействует изоляционный упор мостика *1*;

— пружины покоя (мертвые), опирающиеся на переднюю щеку катушки и не имеющие лапок;

— свободные, лапки которых (опорные), опираются на переднюю щеку.

На контактных пружинах имеется гравировка — технологические номера пружин (см. графы 10, 11, 12 и 13 таблицы приложения 1). Знание этих номеров необходимо при сборке пружинного пакета. В пружинном пакете имеется пять мест для расположения контактных групп. Варианты расположения групп приведены в табл. 3.1.

Если пакет состоит из двух групп с различным количеством пружин, то на первое место помещают группу с меньшим числом пружин. При трех группах с различным числом пружин в каждой на третьем месте может быть расположена группа с наименьшим или наибольшим числом пружин. При таком расположении

ТАБЛИЦА 3.1

Число групп	Место в пакете				
	I	II	III	IV	V
1			●		
2	●				●
3	●		●		●

групп уменьшается перекос якоря при работе реле. При нормальном положении реле в пространстве счет групп ведется сверху вниз, а нумеруются они по тому месту, которое занимает группа в пакете. Счет пружин в группе ведется от сердечника.

На телефонных схемах пружины нумеруются двузначным числом, причем первая цифра — номер группы, вторая — пружины в группе (рис. 3.3*д*).

ЗАДАНИЕ

Демонтировать реле с платы. Произвести разборку и сборку его, а по указанию преподавателя разборку и сборку пружинного пакета. Отрегулировать реле и составить его паспорт.

От качества выполняемых регулировщиком операций зависит эффективность работы всей станции. Небрежно собранное или плохо отрегулированное реле может в скором времени вывести из строя прибор или даже часть АТС.

Необходимый для регулировки инструмент подбирается из комплекта, приведенного в приложении № 2. На рабочем месте необходимо иметь: миткаль белую, замшу, бензин Б-70, спирт-ректификат, химически чистый вазелин или смазку № 7. Реле, требующее замены сердечника, обмотки, направляющего угольника якоря, снимают с платы. Так же поступают во всех случаях, когда трудно подобраться к деталям при регулировке или замене их частей. Если плата, на которой установлено реле, съемная, ее снимают с оборудования. Если плата несъемная, следует вынуть предохранитель платы или отсоединить питающие провода («+» — красного цвета, «—» — синего). Провода, идущие к реле, отпаивают, используя пинцет или штифт с крючком (рис. 3.4) и паяль-

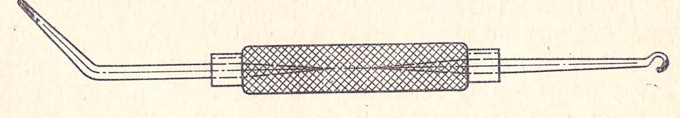


Рис. 3.4

ник 36В, 40Вт. Затем отверткой 8×0,8 мм отворачивают крепящий винт и осторожно, не нарушая монтаж и регулировку соседних реле, вынимают реле из платы. Щеткой флейц удаляют пыль с катушки и якоря реле, а зубной щеткой, смоченной бензином, промывают пружины контактных групп.

Разборка реле. Разбирать реле необходимо в следующем порядке. Торцовым ключом 5 мм (рис. 3.5) отвернуть обе гайки на двух стягивающих винтах пружинного пакета. Осторожно снять

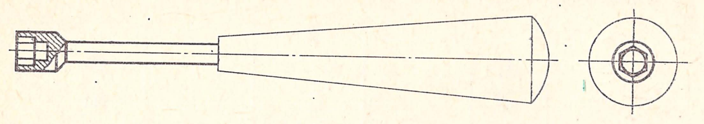


Рис. 3.5

прижимную пружину, затем якорь. Далее снять пружинный пакет с сердечника. Если необходимо заменить контактные группы или отдельные пружины, следует отвернуть винты (отвертка 6×0,6 мм), стягивающие пружинный пакет. Отверткой 3×0,3 мм отвернуть винты крепления изоляционного упора мостика и винты крепления мостика к якорю.

Необходимо помнить, что винт, крепящий направляющий угольник якоря и выводные штифты соединительной группы через металлическую прокладку *15*, при отсутствии видимой надобности, отворачивать не следует во избежание обрыва концов обмоток. Все детали реле необходимо осмотреть; негодные заменить. Обгоревшие контакты сначала чистят чистоделом, затем зубной щеткой, смоченной спиртом, и, наконец, протирают замшей.

Сборка пружинного пакета. Собирают пружинный пакет на специальном шаблоне (рис. 3.6). Перед началом сборки пакета необходимо подготовить шаблон: на штифты шаблона надеть съемную пластину, а с противоположной стороны вставить два направляющих штифта. После этого на направляющие штифты надевают металлическую накладку с тремя отверстиями *17* (см. рис. 3.3), на которую кладут изоляционную прокладку *14* из гетинакса с выемками.

Выемки при этом должны оказаться сверху. Теперь на прокладку следует уложить первый ряд пружин всех контактных групп, выбирая их по технологическим номерам, указанным в 10, 11, 12 и 13-й графах таблицы приложения 1. В шаблон пружины укладывают выступами вниз. Если в одной из групп отсутствует пружина, вместо нее помещают металлическую или гетинаксовую промежуточную прокладку (заглушка). Поверх первого ряда пружин накладывают гетинаксовую прокладку. Затем укладывают второй ряд пружин и очередную прокладку и т. д. Последнюю изоляционную прокладку накрывают металлической прокладкой с двумя отверстиями *18*, заменяют штифты шаблона винтами, длина которых должна быть на 10—15 мм больше толщины пакета. Винты завинчивают, но не до конца, выравнивают контактные пружины в пакете таким образом, чтобы они были параллельны друг другу, после чего затягивают винты до конца.

Сборка реле. После сборки пружинного пакета собирают якорь. Сборка его производится в порядке, обратном разборке. Далее ставят пакет контактных пружин на корпус, пропуская

винты сквозь отверстия в нем, и надевают якорь на сердечник. На винты крепления контактного пакета надевают прижимную пружину *11* (см. рис. 3.3), выпуклой частью в сторону якоря. Навертывают фигурные гайки *10* (см. рис. 3.3), следя за тем, чтобы они не зажимали прижимную пружину. После сборки приступают к регулировке реле.

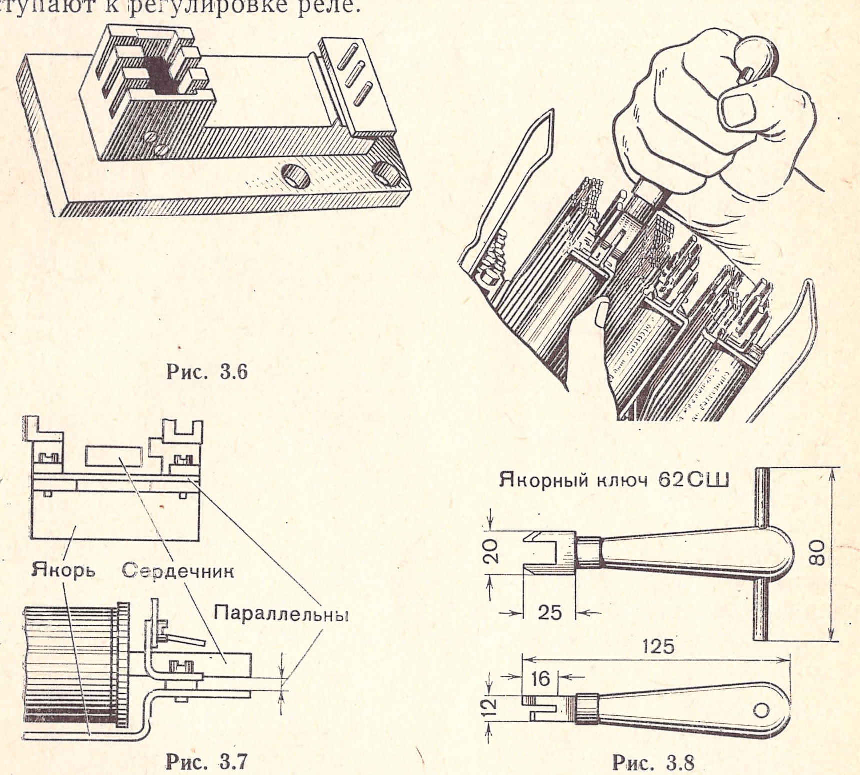


Рис. 3.6

Рис. 3.7

Рис. 3.8

Механическая регулировка якоря. Якорь под воздействием прижимающей пружины должен плотно прилегать к сердечнику. При оттягивании якоря от опоры, он должен возвращаться в исходное положение. Для уменьшения трения место соприкосновения якоря с направляющим угольником смазывается вазелином или смазкой № 7. После прижатия рукой якоря к сердечнику он должен возвращаться в исходное положение под действием пружин контактного пакета. Если оттянуть пружины, то якорь должен передвигаться без трения. Прижатый якорь должен быть параллелен сердечнику, а рабочий зазор между ними по всей длине одинаковым (рис 3.7). Этот зазор должен соответствовать толщине пластины отлипания по паспорту от 0,05 до 1,0 мм. Если параллельность нарушена, то ее восстанавливают подгибанием передней части якоря посредством якорного ключа (рис. 3.8). Ход якоря определяют по той контактной группе пакета, у которой

величина хода должна иметь максимальную величину. Это можно узнать по таблице приложения 1 или по паспорту. Регулировка производится плоскогубцами подгибанием выступа мостика якоря (рис. 3.9). Измеряют ход якоря в притянутом состоянии, вставляя щуп между сердечником и выступом мостика (рис. 3.10). Допускается отклонение от паспортных данных в пределах от —0,05 мм до +0,1 мм.

Свободный ход якоря — зазор между изоляционным упором (мостиком) якоря и лапками рабочих пружин — регулируется

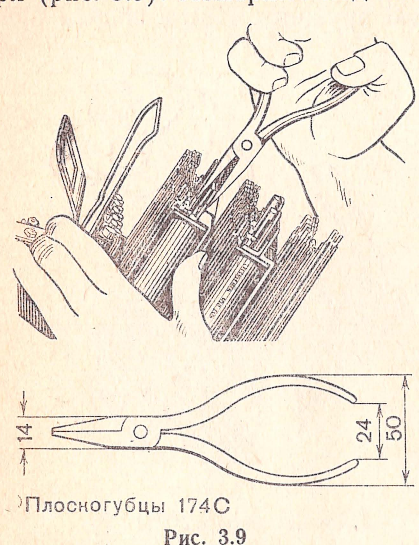


Рис. 3.9

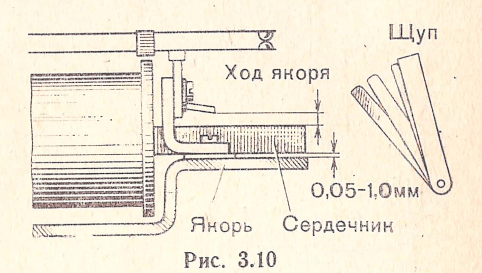


Рис. 3.10

в соответствии с таблицей приложения 1 перемещением изоляционного упора. Для этого перемещения необходимо ослабить два винта крепления упора, установить его в нужное положение и опять затянуть винты. Зазор измеряют в исходном положении якоря (рис. 3.11).

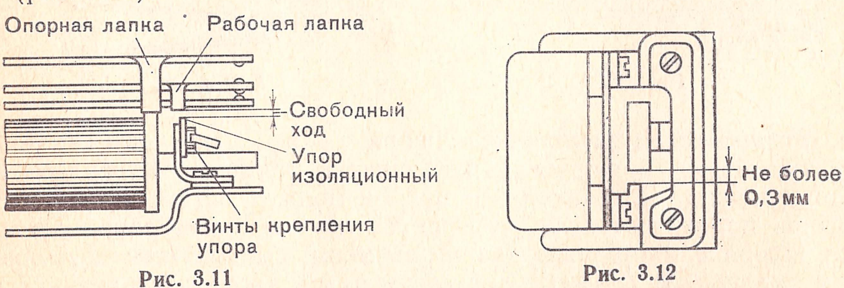
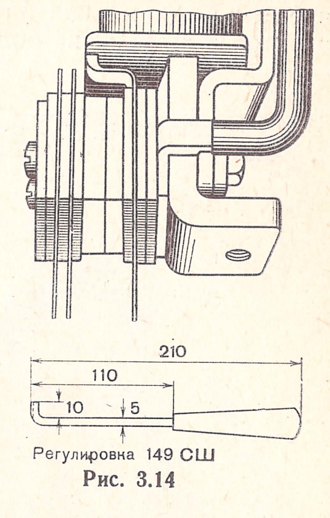


Рис. 3.11

Рис. 3.12

Величина вертикального перемещения якоря (качка) регулируется положением направляющего угольника. Это положение должно быть таким, чтобы зазор между сердечником и нижним выступом мостика якоря (рис. 3.12) был не более 0,3 мм, а ось якоря и сердечника лежала бы в одной горизонтальной плоскости (рис. 3.13). Качка якоря регулируется подгибанием угольника плоскогубцами или с помощью специальной регулировки (подбивалка) (рис. 3.14).

Регулировка контактных групп. Контакты пружин в пакете должны быть параллельны друг другу и сердечнику. Взаимная параллельность пружин достигается при сборке пакета в шаблоне. Параллельность сердечнику устанавливается с помощью ключа-вилки, которым пакет поворачивают в нужную сторону. При этом опорные и рабочие лапки контактных групп I и V должны отстоять от краев щеки катушки или от изоляционного упора мостика не менее чем на 0,5 мм (рис. 3.15).



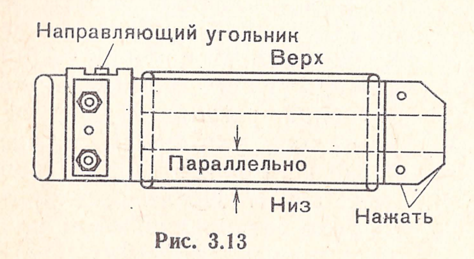


Рис. 3.13

Рис. 3.14

Регулируют пружины, пользуясь специальными регулировками (145 СШ, 146 СШ, 147 СШ). Пружину изгибают у ее основания и затем более легкими прогибами по всей ее длине (рис. 3.16)

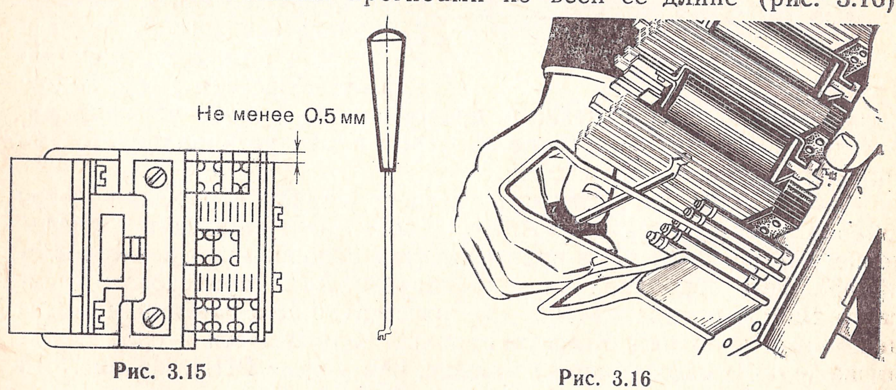


Рис. 3.15

Рис. 3.16

регулируют контактное давление и величину зазоров до тех пор, пока не будут достигнуты величины, указанные в таблице приложения 1. Давление между пружинами и на переднюю щеку катушки измеряется граммометром одновременно на обоих язычках пружины (рис. 3.17). Если на измеряемый контакт в группе действуют другие пружины, то они должны быть в момент измерения приподняты. Минимальное расстояние между двумя, рядом лежащими в группе, пружинами и между лапками и ребра-

ми пружин в рабочем и спокойном состоянии контактов должно быть не менее 0,5 мм. Каждая пружина должна иметь в передней части точку опоры и притом только одну. При срабатывании реле контактные пружины должны замыкаться или размыкаться одновременно двумя контактами. Допускается смещение вершин контактов в сторону не более чем на 1/3 диаметра контакта. Когда якорь притянут, нерабочие пружины должны отойти от опоры на расстояние, заметное на глаз. В этом случае обеспечивается надежность замыкания контактов.

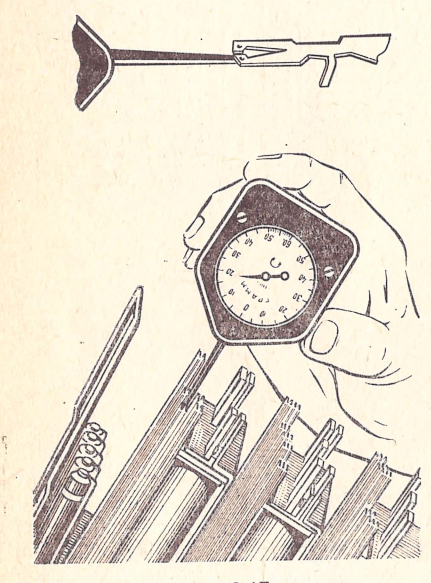
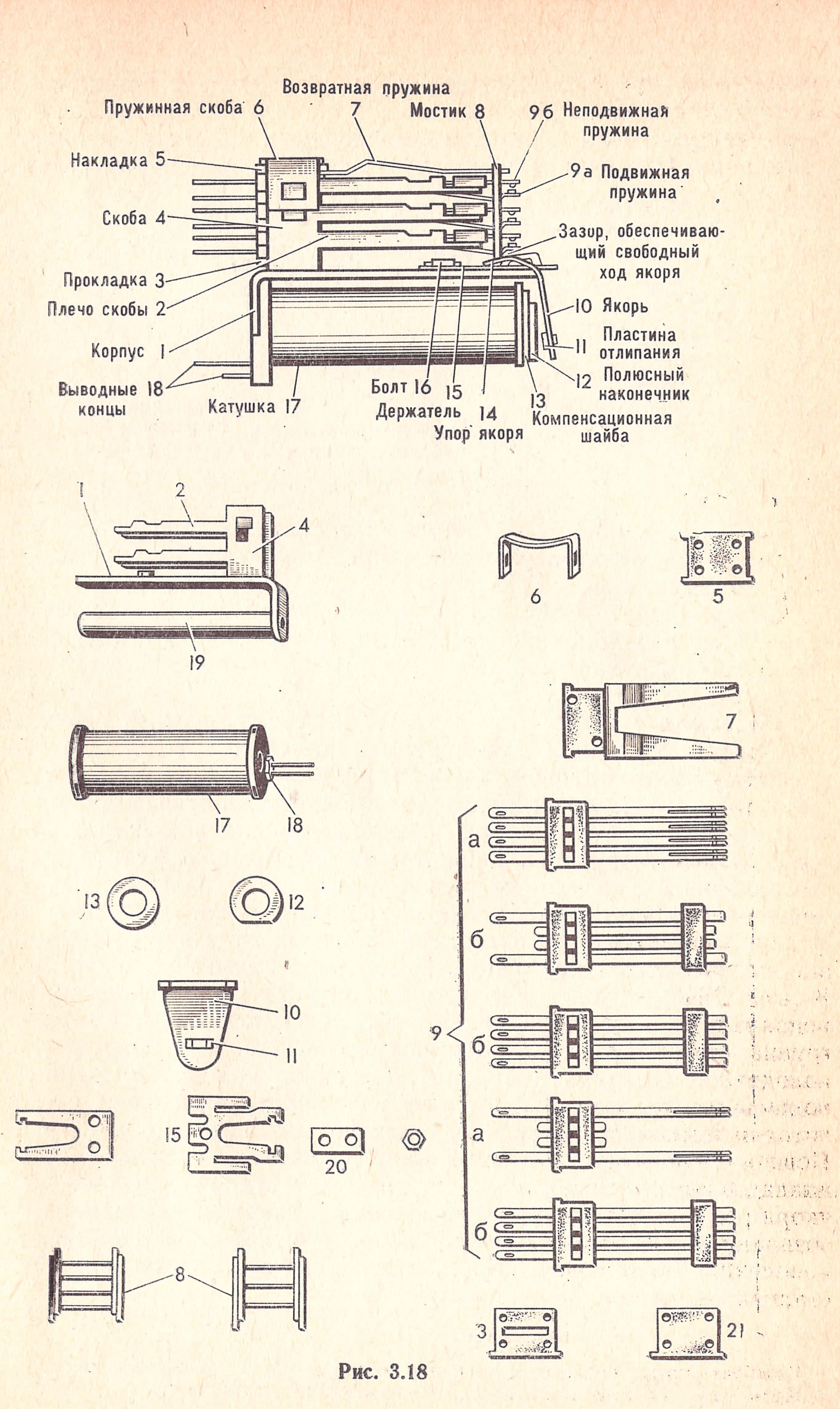


Рис. 3.17

Для устойчивой работы реле необходимо при регулировке контактных пружин добиваться средних (номинальных) значений регулировочных параметров, указанных в паспорте реле или в таблице приложения 1. После регулировки реле устанавливают на плате и производят пайку проводов. Концы проводов у места пайки должны быть оголены не более чем на 1—1,5 мм, и эти оголенные части должны располагаться друг от друга и от кромок платы на расстоянии не менее чем 1 мм. После пайки выправляют монтаж и проверяют на пульте четкость работы всех реле платы. После проверки плата устанавливается на соответствующее место стойки.

Реле РЭС-14. В настоящее время в технике телефонной связи широко применяются реле РЭС-14 (реле электромагнитное слаботочное) (рис. 3.18). Эти реле являются основными в регистровом и маркерном оборудовании координатных АТС городского и сельского типа и предназначены для эксплуатации в нормальных стационарных условиях. Коммутационные возможности и срок службы их ($1 \cdot 10^8$ срабатываний) больше, чем у реле РПН. На рис. 3.18 показаны общий вид и детали реле РЭС-14. Здесь—корпус *1*, катушка с круглым сердечником *17*, якорь *10* и контактный пакет *9*. Материалы, из которых выполнены основные узлы реле, не отличаются от тех, которые применены в реле РПН.

Корпус Г-образный; к вертикальной части его приварен круглый сердечник *19*, на горизонтальной части приварена скоба *4* (кассета). На сердечник надета катушка электромагнита *17*. В заднюю щеку каркаса катушки запрессовано шесть выводных концов обмоток реле *18*. Положение катушки фиксируется компенсационной шайбой *13* и полюсным наконечником *12* с диаметром



Возвратная пружина
Пружинная скоба 6
7
Мостик 8
9б Неподвижная пружина
Накладка 5
9а Подвижная пружина
Скоба 4
Зазор, обеспечивающий свободный ход якоря
Прокладка 3
Плечо скобы 2
10 Якорь
Корпус 1
11 Пластина отлипания
Выводные концы 18
Катушка 17
Болт 16
15
Держатель 14
Упор якоря
13 Компенсационная шайба
12 Полюсный наконечник

Рис. 3.18

15 мм. Угловой якорь удерживается на каркасе с помощью держателя *15* (пружина, удерживающая якорь), который, в свою очередь, закреплен на корпусе двумя болтами *16*. Якорь и пластина отлипания *11* имеют маркировку (рис 3.19). Ход якоря составля-

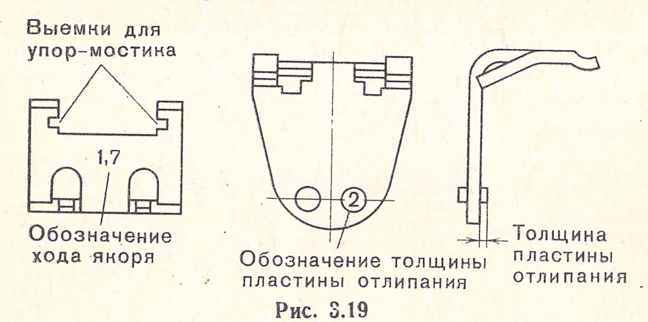


Рис. 3.19

ет либо 1,7, либо 2 мм. Толщина пластины отлипания обозначена цифрами, которые указывают число десятых долей миллиметра. Например, цифра 2 соответствует толщине — 0,2 мм.

Якорь реле *10* (рис. 3.18) непосредственно воздействует упором *14* на изоляционную гетинаксовую рамку *8*, которая своими нижними выступами вставлена в выемки горизонтальной части якоря.

Контактный пакет реле *9* может иметь до четырех вертикальных рядов пружин. В одном ряду может быть от двух до шести пружин. Таким образом, пружинный пакет может содержать до 24 пружин, из которых имеется возможность получить восемь контактов на переключение или двенадцать — на замыкание. Завод изготавливает пружины контактными группами. Контактная группа подвижных пружин *9а* запрессовывается в пластмассовую колодочку под некоторым углом к горизонтальной плоскости. Благодаря собственной упругости подвижных пружин, собранных в пакете, обеспечивается требуемое давление их на неподвижные *9б*. В реле РЭС-14 средняя пружина контакта на переключение неподвижна, а верхняя и нижняя пружины подвижны. Контактная группа неподвижных пружин запрессовывается в пластмассовые колодочки в начале и в конце. Передняя колодочка группы неподвижных пружин опирается на соответствующее плечо скобы *2*, которая выполняет роль упора для неподвижных пружин группы. Поверх группы контактных пружин, уложенных в скобе (кассете), накладывается возвратная пружина *7*, которая при отпускании якоря реле воздействует на упор-мостик (переключающая рамка), возвращающий подвижные пружины в исходное состояние. Для крепления контактного пакета в кассете используется пружинная стальная скоба *6*.

ЗАДАНИЕ

Разобрать реле, произвести внешний осмотр деталей и заменить неисправные. Собрать реле. Составить его паспорт и произвести регулировку.

Для работы с реле используют инструменты, указанные в комплекте (приложение 2).

Разборку реле начинают со снятия пружинной скобы, для чего может быть использована отвертка. Затем осторожно разбирается контактный пакет и снимается с якоря упор-мостик. Вывернув ключом болты, крепящие держатель якоря, снимают его вместе с держателем *5* (см. рис. 3.18). Чтобы снять катушку, следует сначала снять полюсной наконечник *12* и компенсационную шайбу *13*. Следует помнить, что полюсной наконечник слегка напрессован на сердечник, поэтому снимать его следует осторожно, используя плоскогубцы. После снятия катушки с сердечника разборка закончена. Детали тщательно проверяют, дефектные заменяют или, если возможно, чинят. Следует обратить внимание на то, чтобы оклейка катушки реле не проворачивалась на обмотке и чтобы сердечник реле был параллелен корпусу. После проверки деталей приступают к сборке реле.

Сборка и регулировка реле. Следует отметить, что реле типа РЭС-14 в процессе эксплуатации, как правило, регулировки не требует. Необходимая регулировка производится при сборке реле. Порядок сборки следующий. Катушку надевают на сердечник таким образом, чтобы верхний край задней щеки был параллелен корпусу, а между передней щекой катушки и угольником корпуса был виден на глаз небольшой зазор (рис. 3.20). Далее на сердечник надевают компенсационную шайбу, предупреждающую перемещение катушки вдоль оси сердечника и насаживают полюсной наконечник разенкованной стороной отверстия. Наконечник запрессовывают так, чтобы торцовая поверхность корпуса сердечника и поверхность наконечника оказались строго в одной плоскости или чтобы плоскость торца сердечника выступала над плоскостью полюсного наконечника и ни в коем случае наоборот, но не более чем на 0,05 мм (рис. 3.20). Закончив запрессовку, следует надфилем убрать оставшийся грат (заусенцы). Дальнейшую сборку производить только после этой операции. Затем на корпусе установить якорь, который удерживается пружиной, закрепленной (усиками кверху) двумя болтами и накладкой *20* (рис. 3.18). При этом продольное перемещение якоря вдоль корпуса, ограниченное держателем якоря, должно быть не более 0,05 мм, а поперечное перемещение вдоль торца корпуса не более 0,25 мм, что обычно обеспечивается конструкцией держателя. Установленный на место якорь должен свободно, без трения, поворачиваться под действием собственной массы. Плечи держателя должны одновременно касаться упоров якоря с давлением каждого плеча не менее 30 г (рис. 3.21*а*). Якорь должен иметь свободный ход не менее 0,05 мм (рис. 3.21*б*), что обеспечивается

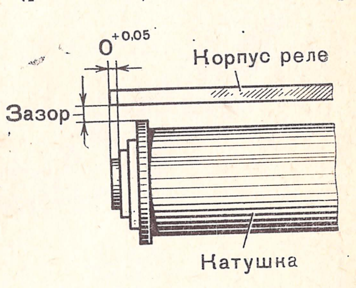


Рис. 3.20

конструкцией якоря и мостика и проверяется щупом. Свободный ход мостика якоря зависит от хода якоря, который, как уже указывалось, бывает величиной 1,7 или 2,0 мм. Рабочий ход якоря в 1,7 мм считается нормальным. Ход якоря в 2 мм с применением

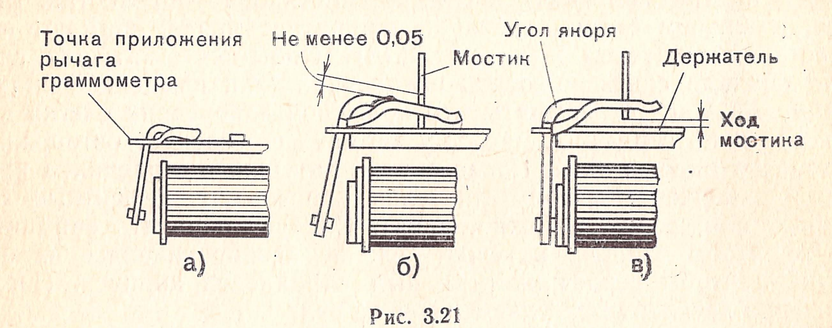
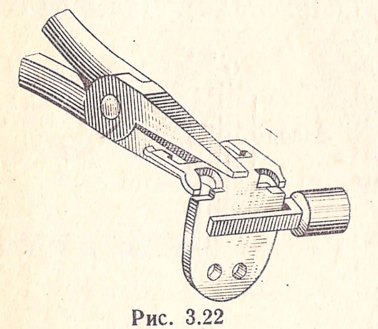


Рис. 3.21

специального мостика используют, когда требуется отрегулировать пружинный пакет так, чтобы осуществлялось опаздывающее размыкание, ускоренное замыкание или безобрывное переключение. При ходе якоря 1,7 мм свободный ход мостика должен составлять 0,95—0,1 мм, при 2,0 мм — 1,15—0,1 мм (рис. 3.21*в*). Свободный ход мостика регулируется изменением угла изгиба якоря с помощью специального ключа и плоскогубцев (рис. 3.22).


Рис. 3.22

Контактный пакет устанавливается в кассете корпуса одновременно с мостиком и возвратной пружиной и закрепляется при помощи пружинной скобы. Под пакетом помещается (см. рис. 3.18) прокладка металлическая *3*, под пружинной скобой — прокладка изоляционная *21* и накладка под скобу *5*. Перед сборкой контактного пакета необходимо убедиться в отсутствии взаимного перекоса (лежат ли в одной плоскости) контактов в группах неподвижных и подвижных пружин. Это позволит избежать неравенства в контактном давлении между пружинами, а следовательно, упростит последующую регулировку после сборки пружинного пакета. При регулировке пружинного пакета необходимо выполнять следующие требования:

1. Колодка неподвижных групп контактных пружин во всех положениях якоря должна плотно прилегать к конечной части соответствующего плеча упорной скобы, что обеспечивается предварительным изгибом пружин группы.

2. Возвратные пружины должны прижимать мостик к отросткам держателя якоря обоими упорами. Сила, с которой мостик в

исходном состоянии давит на отростки держателя якоря, определяется разностью давлений на мостик со стороны возвратной и контактных пружин. Для измерения этой силы рычаг граммометра следует приложить к концу якоря. Показания граммометра фиксируются в момент отрыва мостика от отростков держателя якоря и должны соответствовать данным, приведенным в табл. 3.2.

ТАБЛИЦА 3.2

Возвратная пружина		Число контактных пружин, воздействующих на мостик в исходном положении якоря	Разность давлений возвратной и контактных пружин
Маркировка	Толщина мм		
1	0,25	2	20
2	0,32	4	29
3	0,32	6	25
4	0,4	8	30
5	0,4	10	30
6	0,4	12	35

Примечание. Возвратные пружины с одинаковой толщиной, но с разным давлением, отличаются наличием разного предварительного напряжения. Регулировку величины разности давлений производят, слегка изменяя плоскогубцами угол изгиба возвратной пружины. Поскольку разность давлений влияет лишь на электрические параметры реле (ампер-витки), а не на надежность электрических контактов, то необходимо проверять и при необходимости регулировать как контактное давление, так и давление возвратной пружины.

3. Замкнутые подвижные контактные пружины не должны опираться на мостик. Между ними и мостиком должен быть видимый на глаз зазор (рис. 3.23*а*). Зазор между разомкнутыми контакта-

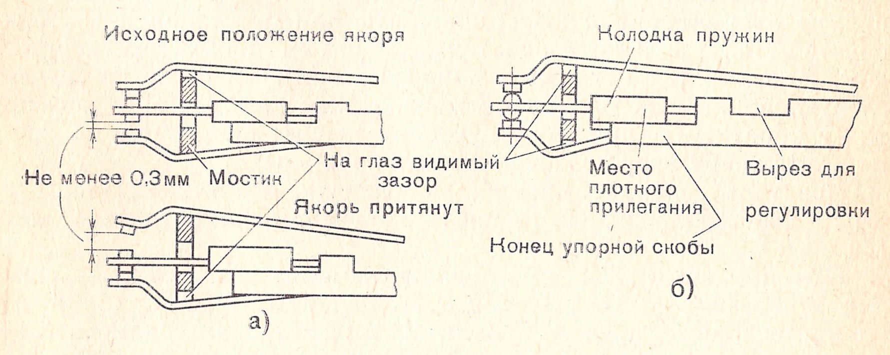


Рис. 3.23

ми или контактами на замыкание должен быть не менее 0,3 мм. Регулируется, если нужно, зазор изгибом плеч скобы (рис. 3.23*б*).

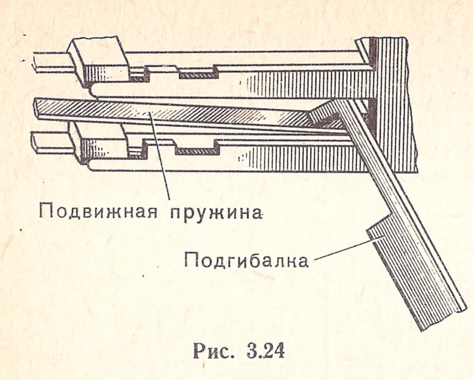


Рис. 3.24

Контактное давление должно быть в пределах 22±3 г, что обеспечивается конструкцией контактных групп. На собранном реле это давление можно отрегулировать, используя подгибалку подвижных пружин (рис. 3.24).

Давление возвратной пружины на мостик, измеренное на конце каждого плеча в отдельности в момент отрыва плеча пружины, зависит от числа подвижных пружин в пакете, работающих на замыкание, а именно: при отсутствии пружин на замыкание — 5+3 г; при наличии двух пружин — 30+5 г; четырех — 60+6 г; шести — 90+10 г; восьми — 120+15 г; десяти — 150+20 г и двенадцати — 180+25 г.

ИСКАТЕЛИ АТС

Искатели декадно-шаговых АТС, используемые для установления соединения и для коммутации разговорного тракта, состоят из трех основных частей: контактного поля (статора), щеток (ротора) и механизма для передвижения щеток (движущего устройства). Контактное поле представляет собой неподвижные латунные ламели, изолированные друг от друга, к которым подключаются абонентские линии или линии других приборов АТС. Щетки искателя изготовляют из бронзы или из нержавеющей стали. Сделаны всегда они двойными и охватывают ламели контактного поля с двух сторон, из-за чего обеспечивается надежный контакт в электрической цепи. Механизм для передвижения щеток искателя АТС шаговой системы содержит электромагнит, получающий импульсы от номеронабирателя аппарата или от станционных устройств АТС. Различают искатели с прямым и обратным приводом. В искателях с прямым приводом щетки передвигаются на следующие ламели при срабатывании электромагнита, в искателях с обратным — при его отпускании за счет растянутой во время притяжения якоря электромагнита пружины.

Искатель соединяет линию, включенную на щетки (вход), с любой свободной линией, из числа включенных в контактное поле (выход).

Шаговые искатели с одним вращательным движением щеток. Эти искатели на АТС шаговой системы малой емкости применяют как основные, а на АТС большой емкости—как вспомогательные. Их выпускают на рабочее напряжение источника постоянного тока, равное 24, 48 и 60 В. Максимальная скорость движения ротора — 50 шагов в секунду. Время срабатывания электромагнита — не более 50 мс, а время отпускания—25 мс. Сопротивление контакта щетка—ламель не должно превышать 2 Ом.

Эти искатели подразделяются:

— по емкости контактного поля — на искатели, имеющие 10 рабочих выходов (ШИ-11/4), 15(ШИ-17/5), и на искатели, имеющие 25 и 50 выходов (ШИ-25/4 и ШИ-50/4). В этих наименованиях числитель указывает на максимальное число отдельных контактов в ряду;

— на искатели с четырьмя и пятью щетками (число щеток указано в знаменателе наименования);

— по способу приведения щеток в движение — на искатели прямого привода (ШИ-11 и ШИ-17) и искателя с приводом обратного действия (ШИ-25 и ШИ-50).

Принцип действия состоит в следующем: при пропускании через обмотку электромагнита импульса постоянного тока якорь *10* (рис. 3.25) притягивается и движущая собачка *28* поворачивает на один шаг храповое колесо ротора *30* и контактные щетки *4*, сидящие на его оси. Действие движущей собачки ограничивается упором *5*, что способствует правильной установке щеток на ламелях контактного поля и уменьшает силу удара движущей собачки о зуб храповика. В момент прекращения тока в катушке электромагнита якорь под действием оттягивающей пружины возвращается в исходное состояние, движущая собачка переходит в следующий паз храпового колеса. Для предупреждения возможности обратного движения щеток (из-за силы трения собачки о храповик), а также для точной центровки их на ламелях служит стопорная пружина *29*. Процесс движения щеток прекращается с момента прекращения подачи в электромагнит импульсов тока.

Искатель ШИ-17. Контактное поле (статор) искателя (рис. 3.25*в*) состоит из четырех или пяти рядов контактных ламелей, два из которых используются для включения разговорных проводов. Поле контактных ламелей занимает дугу в 180°. Ламели в рядах (сегменты) изолированы гетинаксовыми прокладками, между которыми проложены алюминиевые прокладки, устраняющие влияние изменений температуры на линейные размеры статора. Алюминиевые прокладки первых двух рядов соединены медными скобами с корпусом искателя, чтобы симметрировать относительно земли емкость разговорных проводов, включенных в ламели этих рядов. Контактные ряды ламелей (сегменты) обозначают строчными буквами латинского алфавита: *a, в, c, d, e*. Счет рядов с монтажной стороны ведется справа налево, а ламелей в ряду — сверху вниз. Каждый ряд начинается с токоподводящей пружины *2* (щетки), к которой подпаивают монтажный провод. Внутренние концы токоподводящих пружин раздвоены и создают скользящий электрический контакт со щетками ротора. Штампуют их из твердой бронзы. Статор установлен на корпусе *31* (центрирующая щека), к которому крепится движущий механизм. Кроме описанных деталей, статор содержит детали крепежа (щеки, винты и гайки).

Вращающийся узел искателя называется ротором (рис. 3.25*г*). Этот узел состоит из: набора щеток *4* с прокладками, храповика

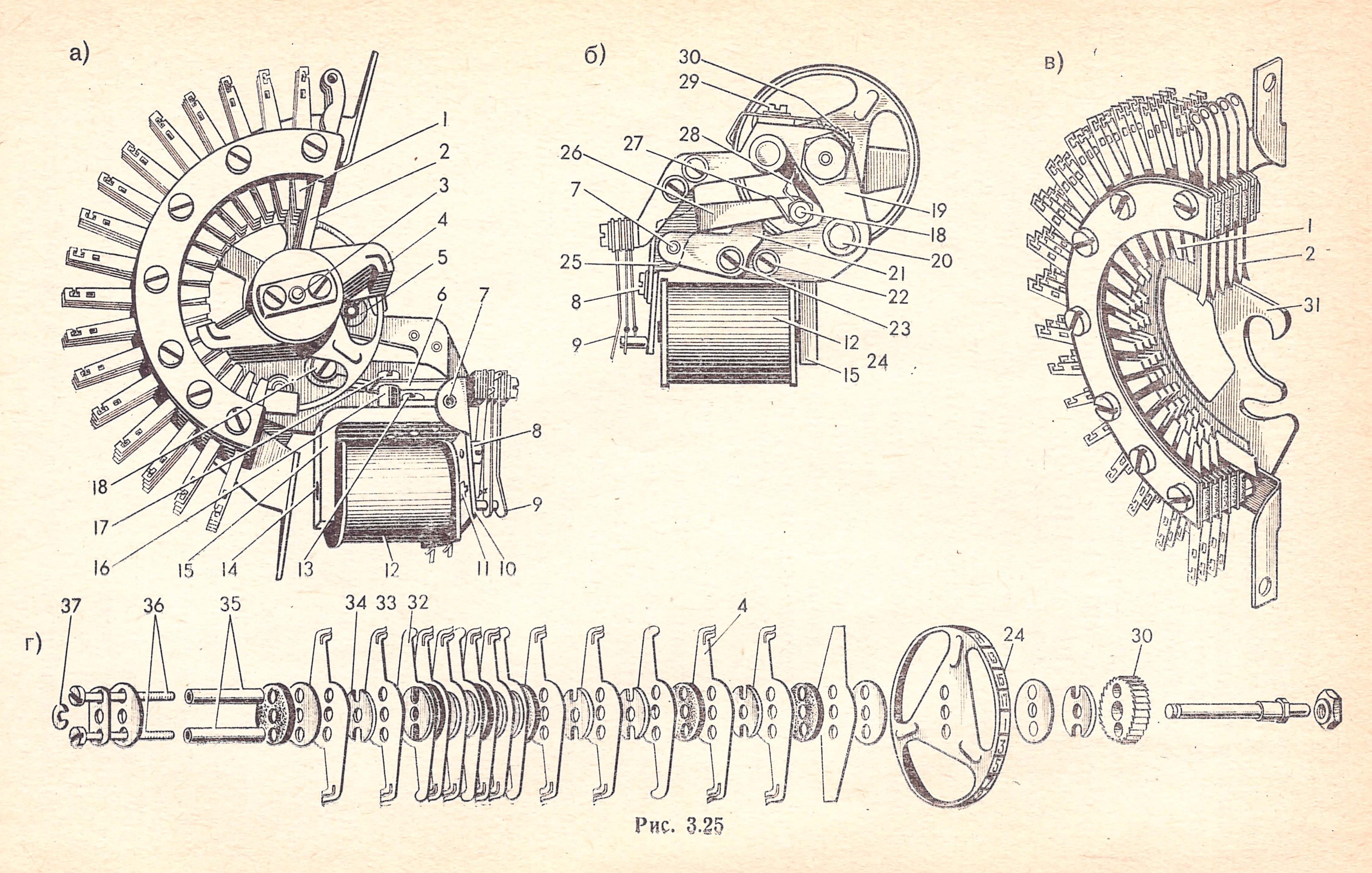

а)
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
б)
30
29
28
27
26
7
25
8
9
19
18
20
21
22
23
12
24
15
в)
1
2
31
г)
37
36
35
34
33
32
4
24
30

Рис. 3.25

30 и цифрового барабана *24*. Весь узел стянут двумя винтами *36*, изолированными от остальных деталей изоляционными втулками *35*. Щетки состоят из двух полущеток, штампованных из фосфористой бронзы и охватывающих ламель с двух сторон. На концах они раздвоены, что уменьшает вибрацию щеток при их скольжении по контактным ламелям. Так как в искателе ШИ-17 поле контактных ламелей занимает дугу 180°, то для уменьшения холостого пробега щеток и износа статора и ротора щетки в этих искателях изготавливаются двухлучевыми. Между полущетками проложены алюминиевые прокладки *34*, толщиной 1,5 мм, а между щетками — алюминиевые прокладки *33*, толщиной 1 мм и изоляционные прокладки по форме щеток *32*.

Движущий механизм состоит из следующих частей (рис. 3.25): катушки электромагнита *12;* корпуса электромагнита *15;* винта крепления электромагнита к корпусу *14;* оси якоря *7;* хомутика крепления оси якоря и двух винтов крепления хомутика к корпусу электромагнита *13;* оттягивающей пружины якоря *6;* стойки под винт крепления оттягивающей пружины якоря *16;* винта крепления оттягивающей пружины якоря *17*, стопорной пружины (собачка) и винта ее крепления *29;* тяги *25*, винта крепления тяги на якоре—*8;* якоря с рычагом *26;* пластины отлипания *11;* движущей собачки *28;* винта-оси движущей собачки с гайкой *18;* прижимной пружины движущей собачки *27;* упора рычага якоря *21*, винта крепления упора рычага якоря *23*; винта крепления движущего механизма к статору *20;* основной платы *19*, винта крепления магнитной системы *22*.

Работает движущий механизм так. Получив импульс тока, электромагнит притягивает якорь. Движущая собачка нажимает на зуб храповика, поворачивая храповик, а с ним и весь ротор со щетками на один шаг. Движение собачки ограничивается двумя упорами. Верхний упор *5* (не регулируемый) укреплен на основной плате *19* движущего механизма, нижний упор *21* насажен на ось якоря и может перемещаться. Выбранное положение упора фиксируется винтом крепления *23*. Стопорная пружина *29* при каждом шаге западает во впадину следующего зуба храповика, препятствуя обратному движению ротора в период возвращения якоря в исходное положение. При обесточивании электромагнита якорь возвращается в исходное положение плоской оттягивающей пружиной *6*, натяжение которой регулируется подвижной тягой *25*. Для предупреждения залипания якоря на нем укреплена своими лапками латунная пластина отлипания *11* толщиною 0,2 мм. Ротор и движущий механизм собраны на основной плате *19*, которая крепится болтом *20* к статору. Положение щеток на поле статора отсчитывают по цифровому барабану *24* относительно черты на изогнутом конце стопорной пружины *29*. На основной плате движущего механизма установлена контактная группа *9* (СК). Эта группа пружин крепится двумя винтами на угольнике, который, в свою очередь, крепится двумя винтами к основанию (рис. 3.25*б*).

ЗАДАНИЕ

Разобрать искатель ШИ-17 (или ШИ-11), произвести внешний осмотр, устранить неисправности в деталях или заменить их новыми. Собрать, отрегулировать и смазать искатель, проверить его работу, используя пульс-пару.

Для обеспечения безотказной работы абонентского оборудования на АТС организуется профилактический осмотр шаговых искателей (без реле) и плановый текущий ремонт всех без исключения приборов станции. Работы по текущему ремонту:

— снятие приборов с рабочих мест и доставка этих приборов в регулировочную (при работе на АТС);

— чистка приборов с разборкой (если необходимо) на отдельные узлы и детали;

— замена всех сильно изношенных деталей и узлов;

— сборка и регулировка;

— проверка механической регулировки всех деталей и узлов;

— смазка всех трущихся деталей;

— чистка рабочих мест;

— установка на рабочих местах и подгонка к месту;

— электрическая проверка на стативе.

Перед снятием приборов необходимо:

— сообщить в бюро ремонта, чтобы предупредили абонента о временном отключении его аппарата;

— обесточить прибор (вынуть предохранитель и заменить его фишкой);

— отпаять монтажные провода от электромагнита и контактной группы.

Для выполнения работ по ремонту шаговых искателей необходимо укомплектовать рабочее место инструментами и материалами. Необходимые инструменты и приспособления подбираются из комплекта, приведенного в приложении 2. На рабочем месте необходимо иметь бензин, замшу, лоскут, канифоль, часовое масло типа А-1, Б-1, смазку № 7, припой ПОС-60, щетку зубную и флейц.

Разборка искателя. Для выполнения этой работы снимают движущий механизм и ротор искателя с рабочего места. Щетки искателя при этом должны быть заранее установлены в исходное положение. Отворачивают, но не до конца, болт крепления движущего механизма к статору. Поворачивая без наклона кверху движущий механизм, извлекают ротор из статора. При этом необходимо действовать осторожно, чтобы не повредить щетки. Вывернув винт крепления основной платы к корпусу электромагнита, отделяют движущий механизм от основной платы. Далее снимают ротор, для чего с оси ротора плоскогубцами или пинцетом удаляют шплинт-шайбу *37* (рис. 3.25*г*).

Движущий механизм разбирают в следующем порядке:

— отворачивают два винта и снимают якорную контактную группу;

— торцовым ключом 5 мм отворачивают гайку крепления ведущей собачки и снимают спиральную пружину, затем выворачивают винт-ось ведущей собачки;

— отворачивают винт, крепящий тягу на якоре;

— вывернув винты, освобождают хомутик оси якоря;

— отвернув винт, снимают плоскую (оттягивающую) пружину якоря и стойку под винт крепления;

— отделяют катушку электромагнита от корпуса, для чего отворачивают винт крепления.

Для разборки ротора отворачивают винты, стягивающие ротор, освобождая все его детали.

Очищают детали от грязи и жирных веществ зубной щеткой, смоченной бензином. Щеткой, смоченной спиртом — ректификатом, промывают щетки ротора и пружины контактных групп СК.

Далее внешним осмотром определяют отсутствие изломов, вмятин, заусениц и острых граней у трущихся и подверженных износу частей ШИ. В случае, если какая-либо деталь имеет серьезный дефект, ее заменяют. Все детали с устранимыми повреждениями должны быть исправлены. После этого нужно протереть лоскутом основание, рычаг якоря, якорь, хомутик и другие детали, за исключением щеток ротора и пружин контактной группы, которые протирают замшей. Когда все детали будут таким образом подготовлены, приступают к сборке.

Сборка и регулировка. Сборку начинают с движущего механизма и производят в порядке, обратном разборке. Далее крепят на корпусе катушку электромагнита. На корпус электромагнита «наживляют» хомутик (скобу) крепления оси якоря. При установке якоря с ведущей собачкой следует вставить ось якоря таким образом, чтобы паз на оси совпал с выступом на хомутике и чтобы ось выступала выпуклой частью за ушко якоря примерно на 0,5 мм. Затем, проложив между якорем и торцом корпуса электромагнита щуп 0,1 мм, плотно прижимают якорь к сердечнику и в таком положении затягивают оба винта, крепящие хомутик (скобу) якоря к корпусу. При проверке крепления якоря следует убедиться, что он легко вращается на оси. Допускается небольшое осевое перемещение якоря, но не более 0,2 мм. Далее устанавливают стойку под оттягивающую пружину и крепят винтом. После этого между двумя шайбами винтом укрепляют на якоре тягу, обеспечивая предварительное натяжение пружины и приступают к сборке ротора.

Сборку ротора начинают на столе и заканчивают в кондукторе в такой последовательности. На винты, стягивающие ротор, надевают металлическую накладку и изоляционные втулки. Эти детали служат основанием, на которое крепят остальные детали при последующей сборке. Последовательно на винты надевают:

— шайбу металлическую толщиной в 1 мм;

— шайбу гетинаксовую толщиной в 1 мм;

— левую полущетку с усиками, направленными против хода часовой стрелки;

— шайбу металлическую толщиной в 1,5 мм;

— правую полущетку;

— шайбу металлическую толщиной в 1 мм;

— прокладку изоляционную двухлучевую;
— шайбу гетинаксовую толщиной в 1 мм;
— левую полущетку и т. д.

Комплекты укладывают в количестве, соответствующем тому числу щеток, какое имеет искатель. Поверх всего пакета кладут шайбу гетинаксовую, толщиной 1 мм, двухлучевую изоляционную прокладку (для изоляции щеток от цифрового барабана) и цифровой барабан. Цифровой барабан следует положить плоскостью на изоляционную прокладку таким образом, чтобы цифра 12 (черта на барабане) совпадала с концами усиков щеток, затем укладывают гетинаксовую и металлическую шайбы и храповик. Аккуратно перевернув пакет, слегка затягивают стягивающие винты и помещают ротор в кондуктор (рис. 3.26), на котором выравнивают по одной линии усики полущеток. Добившись этого, затягивают до конца стягивающие винты и снимают ротор с кондуктора. При необходимости регулируют щетки с помощью торцевой регулировки. Усики контактных полущеток должны соприкасаться друг с другом всей плоскостью. Со стороны врубания полущетки должны быть разведены на 2,0÷2,5 мм. Каждая пара полущеток должна быть взаимно параллельна и должна иметь одинаковую форму. Если ось ротора при разборке снималась с основания движущего механизма, то она крепится на основной плате с помощью гайки и закернивается. Ротор, заключающий в себе щетки, храповик и цифровой барабан, надевают на ось *3* (см. рис. 3.25) и после проверки плавности вращения его на оси закрепляют с помощью шплинт-шайбы.

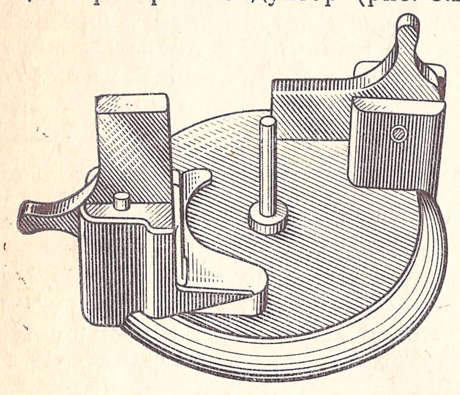


Рис. 3.26

Устанавливают движущий механизм на основной плате следующим образом. На основании укрепляется упор собачки *5* (гайка-упор). Якорь плотно прижимается к сердечнику; осторожно подводят конец рычага якоря с движущей собачкой к храповику; вставляют выступающий конец оси якоря в отверстие основной платы *19* и слегка укрепляют винтом *22* магнитную систему с основной платой; надевают на ось якоря упор рычага якоря *21* и слегка крепят его винтом *23*. Затем между якорем и сердечником помещают щуп в 0,1 мм. Якорь удерживается в прижатом положении. Основание движущего механизма поворачивается вокруг оси якоря до тех пор, пока движущая собачка не упрется в упор и в основание зуба храповика так, чтобы не было качки ротора в сторону вращения. Установив это положение, плотно затягивают винт *22*. Далее устанавливают стопорную пружину *29*. Якорь при этом должен быть прижат к электромагниту. Пружи-

ну перемещают таким образом, чтобы ее острие плотно касалось зуба храповика и западало за зуб, находясь на уровне 1/4÷1/3 от основания. Второй изогнутый конец стопорной пружины должен быть на одной линии с цифровым барабаном. После того как эти условия будут выполнены, доворачивают до конца крепящий винт, под которым имеется шайба. Стопорная пружина должна лежать на зубе храповика по возможности без давления. Допускается давление от 0 до 20 г, которое измеряют граммометром на переднем изгибе в момент отрыва пружины от зуба храповика. Давление регулируют при помощи плоскогубцев или регулировки. При проверке установки необходимо убедиться, что стопорная пружина надежно западает за все зубцы храповика при срабатывании электромагнита от 3/4 номинального значения рабочего тока и что при отпускании якоря обратное перемещение щеток ротора по ламелям поля не превышает 0,2 мм. Положение стопорной пружины регулируется при ослабленном винте крепления. Упор рычага якоря *21* устанавливают таким образом, чтобы движущая собачка при отпускании якоря электромагнита проходила один зуб и останавливалась на наклонной грани соседнего зуба храповика на расстоянии более половины длины грани зуба. В этом положении рычаг якоря должен опираться на упор, положение которого фиксируется винтом крепления *23*.

Движущая собачка должна лежать на зубе храповика с давлением 70±10 г, измеряемым в месте изгиба собачки в момент отрыва ее от храповика при отпущенном якоре. Давление регулируется подгибанием концов спиральной пружины *27* с помощью плоскогубцев (рис. 3.27).

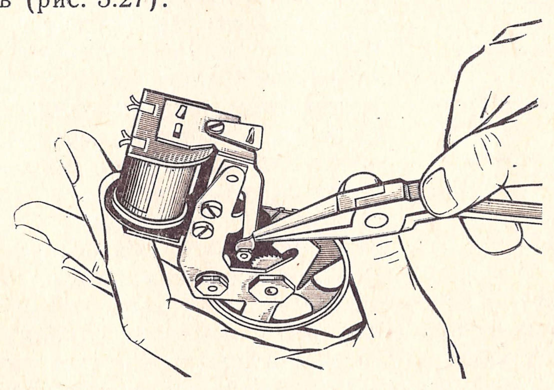


Рис. 3.27

Якорная контактная группа крепится на корпусе электромагнита двумя винтами таким образом, чтобы движущий штифт не выходил за пределы якоря и чтобы между кронштейном контактной группы и ушком якоря был зазор не менее 0,1 мм. При необходимости регулировкой добиваются, чтобы в положении покоя якоря между контактами был зазор не менее 0,3 мм, а между

движущим штифтом и предохранительной планкой — не менее 0,5 мм. При притянутом якоре зазор между штифтом и якорем должен быть не менее 0,1 мм. Оба контакта каждой из пружин должны замыкаться и размыкаться одновременно.

Заканчивают сборку искателя регулировкой давления оттягивающей пружины якоря. Давление, измеряемое на оси движущей

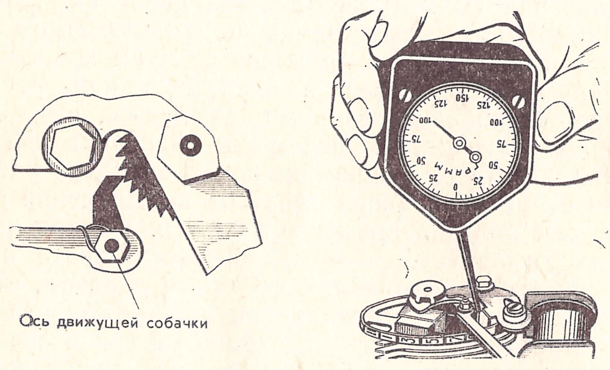


Рис. 3.28

собачки, должно быть равным 125±25 г (рис. 3.28). Это давление измеряют при отпущенном якоре в момент отрыва рычага якоря от упора. Регулируют давление передвижением тяги после ослабления крепящего винта, который затем затягивают до отказа (рис. 3.29).

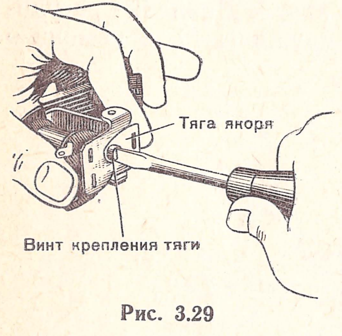


Рис. 3.29

Смазка движущего механизма. Смазке подлежат все трущиеся части искателя. Для смазки применяют часовое (костяное) масло типа А-1 или Б-1 и технический вазелин или смазку № 7. Смазывать следует незначительным количеством смазочного материала, чтобы предупредить стекание его на другие части искателя. Часовым маслом смазывают ось якоря, ось ротора; ось движущей собачки, спиральную пружину собачки (на оси). Часовое масло наносят проволокой диаметром 1,0 мм, которую нужно погрузить в масло на глубину 5 мм. Приставшая к проволоке капля масла достаточна для смазки одного места. Смазкой № 7 смазывают скользящую поверхность движущей пружины якоря, зубцы храповика, место соприкосновения движущей собачки с упором; место соприкосновения рычага якоря с упором, штифт изоляционной на якорной контактной группе (слегка). Эту смазку наносят волосяной кисточкой, имеющей пакет щетины толщиной 3—4 мм и длиной 8 мм.

Установка движущего механизма в поле статора и регулировка щеток. До установки следует проверить и отрегулировать с помощью торцовой регулировки токоподводящие пружины *2* (см.

рис. 3.25*в*), чтобы концы их касались пружин соседних рядов, а начало пружин плотно прилегало друг к другу. Устанавливать движущий механизм на место в контактное поле следует при якоре, прижатом к сердечнику. Щетки при этом должны находиться в тринадцатом положении (щетки ШИ-11 в десятом положении.) Щетки осторожно заводят на соответствующие им токоподводящие пружины. Затем, не переводя щетки по ламелям, поворачивают основание движущего механизма вокруг оси ротора так, чтобы гайка оси ротора и крепящий винт вошли в предназначенные для них вырезы в корпусе статора. Движущий механизм слегка закрепляют крепящим болтом *20* (см. рис. 3.25*б*). Центруют щетки на ламелях при прижатом к сердечнику якоре поворотом движущего механизма. Щетки должны занять на ламелях такое положение, чтобы от переднего края ламели до скользящей грани щетки было не менее 0,3 мм, а от заднего края ламели до грани щетки — не менее 1,0 мм. Проверяют установку щеток в исходном положении, на девятом и шестнадцатом выходах, а для искателей типа ШИ-11 на первом, пятом и десятом выходах. После установки щеток крепящий болт заворачивают (рис. 3.30). Далее окончательно регулируют щетки. При этом должны быть выполнены требования:

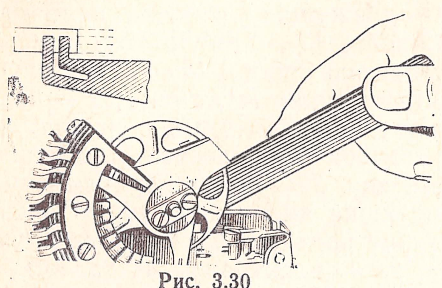


Рис. 3.30

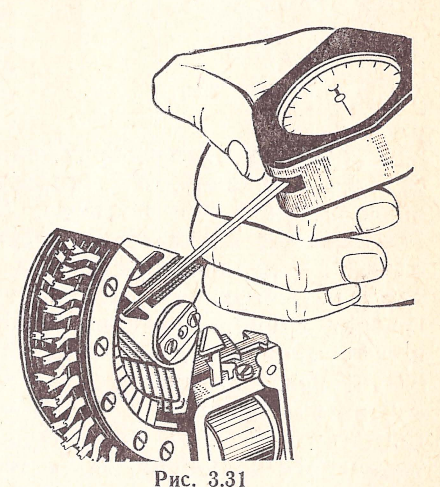


Рис. 3.31

1. При врубании щеток в контактное поле обе полущетки должны раздвигаться одновременно (биение не допускается). Проверяется врубание в момент набегания щеток на токоподводящие пружины.

2. В рабочем положении каждая полущетка должна лежать на ламели всей своей рабочей гранью.

3. Давление щеток ротора на ламели, измеряемое у изгиба короткого усика в момент отрыва длинного усика от ламели, должно быть в пределах 35±12 г (рис. 3.31). При этом короткий усик должен отрываться от ламели раньше, чем длинный усик, но с опережением не более чем на 0,5 мм.

4. Давление каждой токоподводящей щетки на щетки ротора, измеряемое у места их соприкосновения, должно быть равно 50±10 г для бронзовых щеток и 75±25 г для стальных щеток.

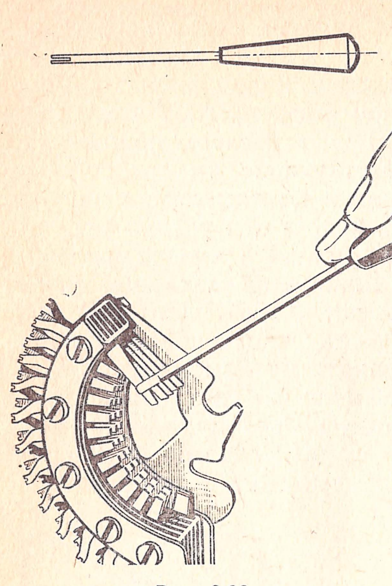


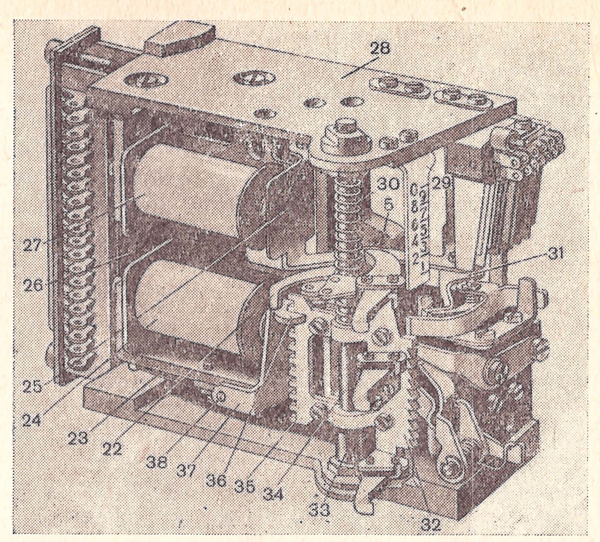
Рис. 3.32

Регулируется давление щеток торцевой регулировкой или плоскогубцами (рис. 3.32).

Декадно-шаговый искатель ДШИ-100. В качестве основных искателей на АТС декадно-шаговой системы применяются искатели с движением щеток по двум координатам, которые называются декадно-шаговыми (рис. 3.33). Эти искатели состоят из статора (контактного поля) и движущего механизма с ротором, которые хорошо видны на рисунке. Искатель состоит из следующих основных частей: *1* — колодка ножевого включения, *2* — контактная группа *К* начала подъема, *3* — штифт переключения контактной группы *К* начала подъема, *4* — упор движущей собачки вращения, *5* — опорная шпилька якоря электромагнита подъема, *6* — опорная пластина движущей собачки подъема, *7* — опорная пластина собачек вращения, *8* — стопорная собачка вращения, *9* — упор движущей собачки подъема, *10* — движущая собачка подъема, *11* — нижняя плата контактного поля, *12* — ламели контактного поля, *13* — верхняя букса, *14* — указатель линий, *15* — шнур искателя, *16* — верхняя плата контактного поля (статора), *17* — контактная группа *в* начала вращения, *18* — контактная группа $в_{11}$ провертывания, *19* — контактная группа *мв* магнита вращения, *20* — указатель линий, *21* — храповик, *22* — рычаг переключения контактов группы *в* и $в_{11}$, *23* — пружина якоря подъемного электромагнита *МП*, *24* — электромагнит подъема, *25* — якорь электромагнита вращения, *26* — тяга, *27* — электромагнит вращения *МВ*, *28* — рама, *29* — указатель декад, *30* — возвратная пружина ротора, *31* — движущая собачка вращения, *32* — храповая гребенка, *33* — втулка оси ротора, *34* — ось ротора, *35* — направляющая гребенка, *36* — направляющий сегмент, *37* — якорь электромагнита подъема, *38* — ось якоря *МП*.

Контактное поле состоит из трех секций: *a, b, c*. Секция образована десятью рядами (декадами) по десяти латунных ламелей в каждой (в АТС-54 по одиннадцать). В ламели секций *a* и *b* включаются разговорные провода, в ламели секции *c* — пробные. Каждая ламель имеет двузначный номер, первая цифра которого (десятки) соответствует порядковому номеру декады. Счет декад идет снизу вверх. Вторая цифра номера (единицы) соответствует порядковому номеру ламели в декаде.

Механизм передвижения щеток состоит из двух электромагнитов: подъема *24* и вращения *27*, при действии которых осуществля-


28
30
29
5
31
27
26
25
24
23
22
38
37
36
35
34
33
32

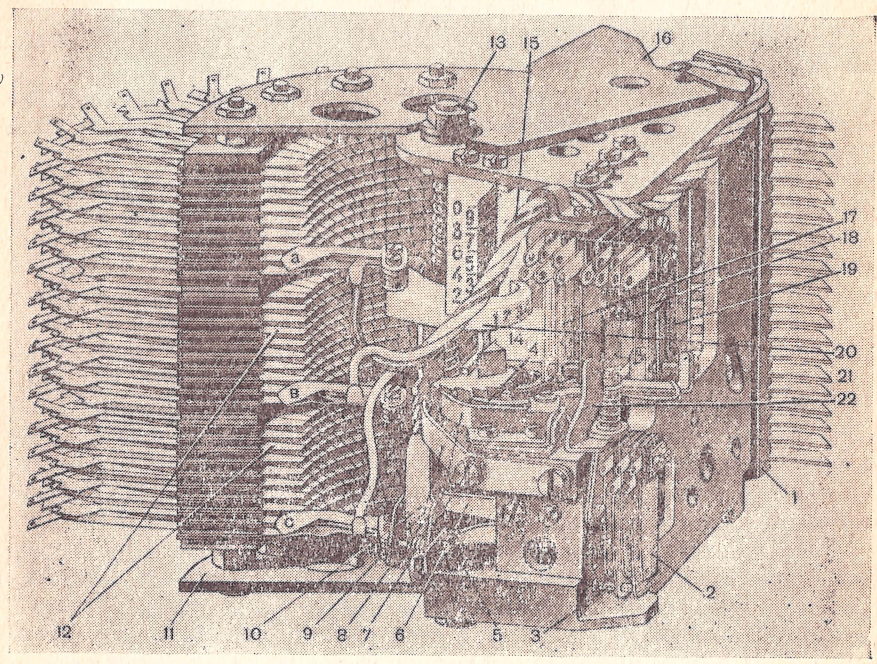

13
15
16
17
18
19
20
21
22
14
4
a
в
c
1
2
12
11
10
9
8
7
6
5
3

Рис. 3.33

ется соответственно подъемное и вращательное движение ротора, на котором закреплены все три щетки. При подъемном движении они проходят вне контактного поля (слева), а при вращении каждая из них движется по ламелям декады соответствующей секции поля статора.

Принцип действия искателя ДШИ-100 состоит в том, что импульсы первой серии поступают в магнит подъема (*МП*). От каждого импульса *МП* срабатывает и, воздействуя собачкой на зубчатую рейку *32* (храповую гребенку), поднимает ротор со щетками на один шаг вверх. Вторая серия импульсов поступает на магнит вращения (*МВ*), который срабатывает и, воздействуя на храповой полуцилиндр *21* (храповик), передвигает ротор со щетками до установки их на соответствующие ламели декады. Возвратная (спиральная) пружина *30* при подъеме ротора сжимается и при его вращении закручивается. Обратному движению ротора препятствуют стопорные собачки подъема и вращения. После окончания соединения в магнит вращения поступают импульсы тока, обеспечивающие перемещение щеток в крайнее правое положение, где они выходят за пределы контактного поля и под действием силы тяжести и спиральной пружины падают вниз. Затем под действием спиральной пружины щетки поворачиваются справа налево и устанавливаются в исходное положение.

Декадно-шаговой искатель ДШИ-100 имеет следующие основные части:

статор, ротор, движущий механизм, раму (корпус), контактные группы: *К*, *в*, $в_{11}$, *МВ*, двадцатиконтактную ножевую колодку, серийное поле.

Статор, как упоминалось ранее, состоит из трех секций. Поле каждой секции имеет 100 ламелей *12* (см. рис. 3.33) (в АТС-54-110 ламелей), которые оканчиваются перьями с прорезями для припайки коврового кабеля многократного поля и отверстиями для припайки станционного кабеля. Контактные ряды ламелей разделены гетинаксовыми и алюминиевыми прокладками. Назначение прокладок и медных скоб заземления на секциях *a* и *b* то же, что и в ШИ-17. Все три секции (*a*, *b*, *c*) одновременно с нижней *11* и верхней *16* платами контактного поля стягиваются четырьмя шпильками с гайками. Для точной установки оси ротора (со щетками) относительно контактного поля на верхней и нижней плате имеются полукруглые пазы. На одном стативе крепятся 20 несъемных полей искателей.

Ротор представляет собой подвижную каретку, которая перемещается вдоль оси *34*. Ось закрепляется в раме *28* буксами с шайбами и гайками (на рисунке видна только верхняя букса *13*). В вырез верхней буксы *13* (ниже шплинт-шайбы) вводят короткий конец возвратной пружины ротора *30*. Длинный (нижний) конец пружины возврата опирается на длинный зуб храповика. На оси под храповиком находятся изоляционные шайбы и втулка оси ротора *33*. Втулка опирается на шплинт-шайбу. На раме лежит блок-пружина. На угольнике слева двумя винтами крепят нап-

равляющую гребенку *35*, а справа храповую гребенку *32*. На храповой гребенке, обеспечивающей подъем каретки, крепятся щетки *a*, *b* и *c*. Щетки состоят из двух пружин, между которыми проложена медная опорная пластина, уменьшающая вибрацию щеток при их движении в контактном поле. Счет щеток так же, как и секций контактного поля, ведется сверху вниз. На верхней полке храповой гребенки кроме щетки *a* крепят указатель линий *20*, на нижней вместе со щеткой *c* — пластину *2* (лапка) переключения контактной группы *К*. Щетка *в* крепится к храповику с помощью угольника. В случае применения ДШИ с серийным искани-ем к щетке *a*, под углом 90°, крепится двумя винтами щетка для серийных контактов, рис. 3.34.

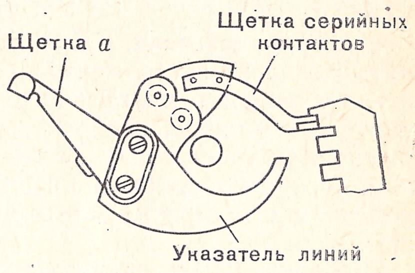


Рис. 3.34

Движущий механизм состоит из магнита подъема *24* (см. рис. 3.33) и магнита вращения *27*, которые крепятся на корпусе искателя двумя винтами. Электромагниты не имеют принципиального различия и содержат следующие детали: корпус, катушку, якорь с удлиненным рычагом, на конце которого на оси с помощью гайки крепится движущая собачка магнита подъема *10*, магнита вращения *31*, спиральную пружину собачки, закрепляемую шплинт-шайбой. Якорь электромагнита подъема *37* крепится на оси *38*, положение которой фиксируется хомутиком. Возвращаются якоря в исходное положение оттягивающими пружинами магнита подъема *23* и магнита вращения (не видна на рисунке). Натяжение оттягивающих пружин регулируется тягами. Для устранения залипания якоря на нем крепится пластина отлипания.

На корпусе искателя крепятся, кроме уже названных, следующие детали:

контактная группа *К(2)*, которая переключается при первом шаге подъема; контактная группа[1]) *в (17)*, которая переключается при первом шаге вращения; контактная группа $в_{11}$*(18)*, переключающаяся при переходе щеток в одиннадцатое положение, контактная группа *МВ (19)*, переключающаяся при каждом срабатывании магнита вращения; опорная пластина движущей собачки подъема *6* (см. рис. 3.33); планка крепления стопорной пружины подъема (крепится снизу) с двумя винтами; упор собачки подъема с крепящими винтами *9*; штифт переключения контактной группы *К(3)* со шплинт-шайбой; указатель декад с двумя винтами *29*; направляющий сегмент с планкой и винтами крепления *36*; рычаг переключения контактов групп *в* и $в_{11}$ *(22)* с винт-осью, шайбой и вилкой крепления; стопорная собачка вращения *8* со спиральной пружиной, осью с шайбой и гайкой; опорная пластина

[1]) В групповых искателях АТС-54 отсутствуют контактные группы *в* и $в_{11}$.

собачки вращения *7;* упор движущей собачки вращения *4* с винтами крепления; верхняя букса *13* с деталями крепления.

Помимо всех перечисленных деталей на корпусе закреплены стопорная пружина подъема (собачка), опорная пластина стопорной пружины подъема, опорные шпильки якорей магнита подъема и магнита вращения с контргайками.

ЗАДАНИЕ

Разобрать искатель ДШИ-100. Произвести осмотр всех деталей. Неисправные заменить или отремонтировать. Собрать и отрегулировать его по паспортным данным. Проверить искатель на рабочем месте.

Разборка искателя. Для работы с ДШИ необходимо подобрать комплект инструментов (приложение 2). Перед снятием искателя с рабочего места необходимо вынуть предохранитель и заменить его фишкой, а щетки искателя установить в исходное положение. Ослабив гайку 17 мм на верхней буксе и нижний болт 9 мм, легким поворотом на себя вынимают искатель из поля. При необходимости замены монтажа все монтажные провода выпаивают.

Разборку ДШИ начинают со снятия оси ротора. Для этого, зажав верхнюю буксу ключом 9 мм, отворачивают гайку ключом 14 мм. Затем ротор переводят на первой декаде в двенадцатое положение. Снимают верхнюю буксу. Сжав возвратную пружину, вынимают ось из нижней буксы. Из корпуса искателя вынимают оба электромагнита, отворачивая по два крепящих винта. Дальнейшая разборка электромагнитов производится в том же порядке, какой был дан при описании разборки ШИ.

Разборку ротора начинают со снятия верхней шплинт-шайбы. Затем последовательно снимают возвратную спиральную пружину, храповой барабан, шайбы и втулку. С храпового барабана снимают направляющую гребенку и зубчатую рейку со щетками. Отвернув крепящие винты, снимают с рейки щетку *а* и указатель линий (шкалу вращения). Аналогично вместе со щеткой *с* снимают и лапку переключения группы *К*. Снимают уголок крепления со щеткой *в,* затем снимают шнуродержатели.

При демонтаже корпуса искателя отворачивают нижнюю буксу, снимают блок-пружину, снимают все контактные группы. Вывернув винты, крепящие 20-контактную ножевую колодку, снимают ее.

Ослабив контргайки ключом 9 мм, выворачивают опорные винты-шпильки якорей *МП* и *МВ*. Торцевым ключом 6 мм отворачивают гайку крепления оси стопорной собачки вращения. Отворачивают два винта крепления, снимают опорную пластину и упор ведущей собачки вращения. Вывернув два крепящих винта, снимают опорные пластины и стопорную пластину собачки магнита подъема. Верхний упор собачки МП снимают после удаления соответствующих винтов. Уголок направляющего сегмента снимают после того, как вывернуты крепящие винты. Трехплечий ры-

чаг переключений снимают с винт-оси, которую выворачивают в последнюю очередь. Все снятые детали чистят и протирают. Исправимые дефекты устраняют, а детали с неисправимыми дефектами заменяют.

Сборка ДШИ-100. Сборку искателя начинают с отдельных узлов. Сборку электромагнитов производят в том же порядке, как описано в работе с ШИ. Однако есть и некоторые отличия. Так, например, ось якоря должна быть установлена таким образом, чтобы у *МВ* она выступала со стороны, противоположной рычагу якоря, а у *МП* — со стороны рычага якоря. Второе отличие: закрепленный якорь может перемещаться вдоль оси под действием собственной массы не более чем на 0,5 мм.

Ротор начинают собирать с храпового барабана (храповика), укрепив двумя винтами зубчатую рейку удлиненной частью зуба в сторону удлиненного зуба храповика. Затем укрепляют направляющую гребенку — также удлиненной частью в сторону удлиненного зуба храповика. На ось ротора последовательно надевают шплинт-шайбу, втулку, две изоляционных прокладки (при металлической втулке), храповой барабан, удлиненным зубом вверх, спиральную пружину возврата, которую закрепляют верхней шплинт-шайбой. Нижний удлиненный конец пружины устанавливают между направляющей гребенкой и удлиненным зубом храповика. Для предохранения от механических повреждений щетки ротора целесообразно устанавливать после окончания регулировки собранного искателя.

После сборки отдельных узлов производят оснастку корпуса искателя, применяя приспособление для крепления движущего механизма. В корпус вворачивают винт-ось рычага переключений контактов и на ось надевают рычаг. Рычаг удерживается вилкой, входящей в узел направляющего сегмента. Чтобы укрепить этот узел, следует предварительно собрать направляющий сегмент (утолщенным зубом наружу) вилку рычага и планку. Затем двумя винтами, через соответствующие отверстия в корпусе искателя, закрепляют узел. Верхний упор собачки *МП* закрепляют винтом и винтом с шайбой. С внутренней стороны корпуса устанавливают и закрепляют винтами стопорную пружину собачки *МП*, которую располагают между опорной пластиной ведущей собачки *МП* и опорной пластиной стопорной пружины подъема. Винты вворачивают в резьбу удерживающей планки. На корпусе устанавливают и закрепляют упор и опорную пластину ведущей собачки *МВ* таким образом, чтобы упор лежал на корпусе. В корпус вворачивают ограничительные винты-шпильки рычагов обоих электромагнитов и закрепляют их контргайками. Одновременно с установкой нижней буксы устанавливают блок-пружину и шайбу. Положение буксы фиксируется гайкой. При установке электромагнитов необходимо, чтобы удлиненные части осей входили в соответствующие отверстия в корпусе искателя.

Регулировка искателя. Регулировку производят в определенной последовательности:

1. Регулировка положения направляющего сегмента НС (рис. 3.35) производится с соблюдением следующих правил:

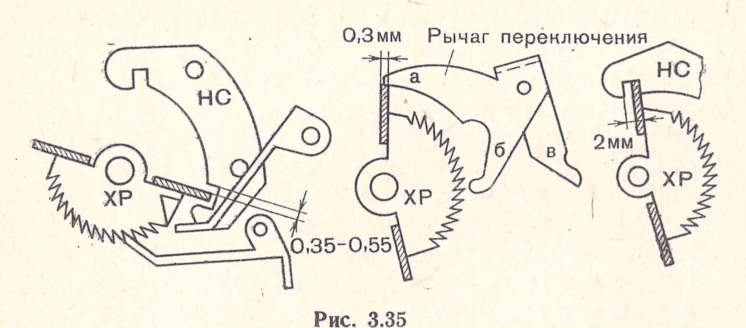


Рис. 3.35

— на любой декаде подъема загнутая лапка *а* рычага переключений должна прилегать всей своей плоскостью к двум зубцам направляющей гребенки, закрепленной на храповике ХР;

— в исходном положении искателя загнутый конец рычага переключений должен находиться на одном уровне или отстоять от поверхности направляющей гребенки не более чем на 0,3 мм;

— при первом шаге вращения плечо *а* рычага должно полностью войти между зубцами направляющей гребенки, а зазор между гребенкой и толстым зубом должен быть не менее 2,0 мм;

— на двенадцатом шаге вращения зазор между направляющей гребенкой и НС при падении ротора вниз должен быть в пределах $0{,}55 \pm 0{,}35$ мм.

Регулировка положения НС производится перемещением его при ослабленных винтах крепления и изгибанием стопорной собачки вращения.

2. После установки НС производят регулировку рычага переключения контактов. Подгибанием вилки рычага добиваются, чтобы перемещение его вдоль оси-винта не превышало 0,1 мм и чтобы рычаг легко вращался на оси. При вращении лапка *а* должна свободно западать в середину паза направляющей гребенки и не должна касаться стенок паза. Лапка *б* рычага на одиннадцатом шаге вращения должна находиться против середины зуба направляющей гребенки и не касаться паза гребенки при возвратном движении. Лапка *в* рычага переключения не должна касаться корпуса и других деталей искателя. Все эти регулировки достигаются осторожным выгибанием лапок рычага.

3. При окончательной регулировке направляющей гребенки по высоте необходимо добиться, чтобы гребенка при возвращении ротора в исходное положение свободно ходила по сегменту, не задевая его ни верхней, ни нижней стенкой своего третьего паза. Устанавливают гребенку при ослабленных винтах крепления.

4. Зазор между нижним краем стопорной собачки вращения и опорной пластиной рис. 3.36 регулируется изгибанием стопорной собачки. Он должен быть 0,15±0,1 мм. **При этом стопорная** и движущая собачки вращения не должны касаться нижними краями поверхности своей опорной пластины.

Регулируется зазор изгибанием стопорной собачки.

5. Храповик ХР должен быть установлен на требуемую высоту таким образом, чтобы расстояние от нижних граней стопорной и ведущей собачек вращения до верхней грани храповика было в пределах от 0,2 до 0,6 мм. Это условие выполняется установкой в нужное положение нижней буксы. Для этого ключом 14 мм слегка освобождают крепящую гайку КГ и, удерживая ее, вторым ключом на 12 мм перемещают нижнюю буксу НБ до требуемого положения ротора. При правильной установке вращение должно происходить без трения о собачку вращения. После регулировки нижняя букса закрепляется двумя ключами. В исходном положении ротора блок-пружина *1* (рис. 3.37) устанавливается таким образом, чтобы направляющая гребенка западала за нее по высоте на 0,1÷0,2 мм и чтобы между ними был минимальный зазор, не превышающий 0,2 мм.

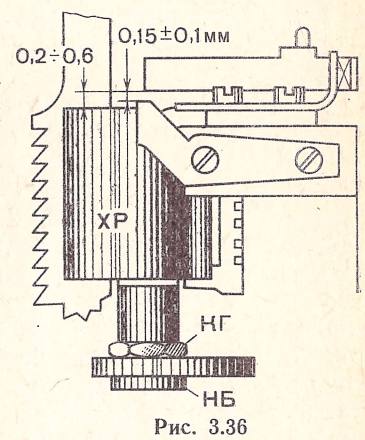


Рис. 3.36

6. Блок-пружина уменьшает вибрацию ротора при возвращении его в исходное положение. Она укрепляется под шайбой *2*

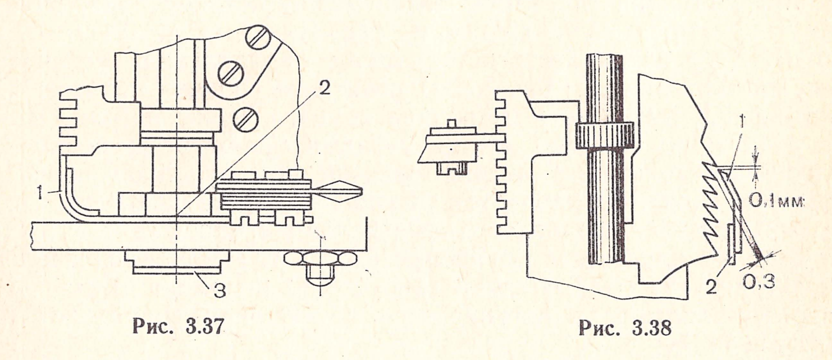


Рис. 3.37 Рис. 3.38

гайки нижней буксы. При отвертывании и завертывании гайки следует придерживать нижнюю буксу *3* от поворота, так как иначе нарушится положение ранее отрегулированных деталей. При закреплении блок-пружины ее необходимо придержать, так как она может повернуться вместе с шестигранной гайкой. Затем проверяется давление верхнего плеча блок-пружины на приваренный

угольник, которое должно быть в пределах от 20 до 50 г. Давление достигается изгибом части пружины, расположенной в глубине искателя.

7 Натяжение возвратной пружины должно быть минимальным, но достаточным для надежного возврата ротора в исходное положение и надежного его застопоривания. Регулируется натяжение пружины вращением верхней буксы при ослабленной гайке крепления. При этом следует добиться, чтобы нижний виток, охватывающий ось ротора, не вызывал бы заметного трения. Натяжение, измеренное в изгибе щетки *с*, при роторе, повернутом до отказа в нижнем его положении, должно быть в пределах 65±5 г.

8. Стопорная пружина подъема должна быть отрегулирована таким образом, чтобы при любом шаге подъема врубание направляющей гребенки в направляющий сегмент было плавным. При возвращении ротора в исходное положение стопорная пружина *1* (рис. 3.38) должна свободно входить во впадину третьего зуба храповой гребенки. Она должна быть установлена таким образом, чтобы от верхнего изогнутого конца пружины до нижней грани зуба гребенки был зазор не более 0,1 мм. Это достигается перемещением пружины, имеющей продолговатые отверстия крепления. Расстояние между наклонной гранью зуба гребенки и концом пружины должно быть не более 0,3 мм, что достигается подгибанием опорной пластины *2*. При этом давление стопорной пружины на опорную пластину должно быть до 10 г. Между стопорной пружиной и опорной пластиной может быть зазор до 0,1 мм.

9. Регулировка движущей собачки подъема производится с соблюдением следующих правил:

— опорная шпилька-винт якоря МП устанавливается в исходном состоянии так, чтобы зазор между острием движущей собачки и острием зуба храповой гребенки был до 0,4 мм (рис. 3.39*а*). Этот зазор достигается также правильной установкой опорной пластины *1* (рис. 3.39*а*) движущей собачки подъема. При притяжении якоря *МП* движущая собачка своим острием должна входить во впадину между зубцами храповой гребенки (допускается скольжение острия собачки по наклонной плоскости зуба гребенки). Регулируется опорная пластина подгибанием;

— движущая собачка подъема должна средней частью лежать на опорной пластине с давлением 80±15 г. Измеряется давление на острие движущей собачки (рис. 3.39*б*) в момент отрыва ее от опорной пластины и регулируется натяжением спиральной пружины собачки;

— упор *2* (рис 3.39*в*) движущей собачки подъема устанавливается так, чтобы при сильном давлении на рычаг якоря *МП* (1000 г) стопорная пружина подъема западала за зубцы храповой гребенки не более чем на 0,1 мм. При этом собачка должна соприкасаться со всей плоскостью упора. При неполном соприкосновении упор следует подогнуть при помощи ключа *61* СШ (рис. 3.39*г*). В рабочем положении якоря необходимо проверить

зазор (рис. 3.39*д*) между рычагом якоря и опорной шпилькой, который не должен превышать 4 мм.

10. Регулировка положения корпуса *МП* производится при ослабленном винте крепления его к корпусу вращением электромагнита вокруг оси якоря, как указано стрелкой на рис. 3.40. Положение корпуса *МП* фиксируется таким образом, чтобы при прижатом якоре движущая собачка плотно доходила до упора, а якорь и сердечник были бы параллельны между собой и имели зазор в 0,2÷0,5 мм.

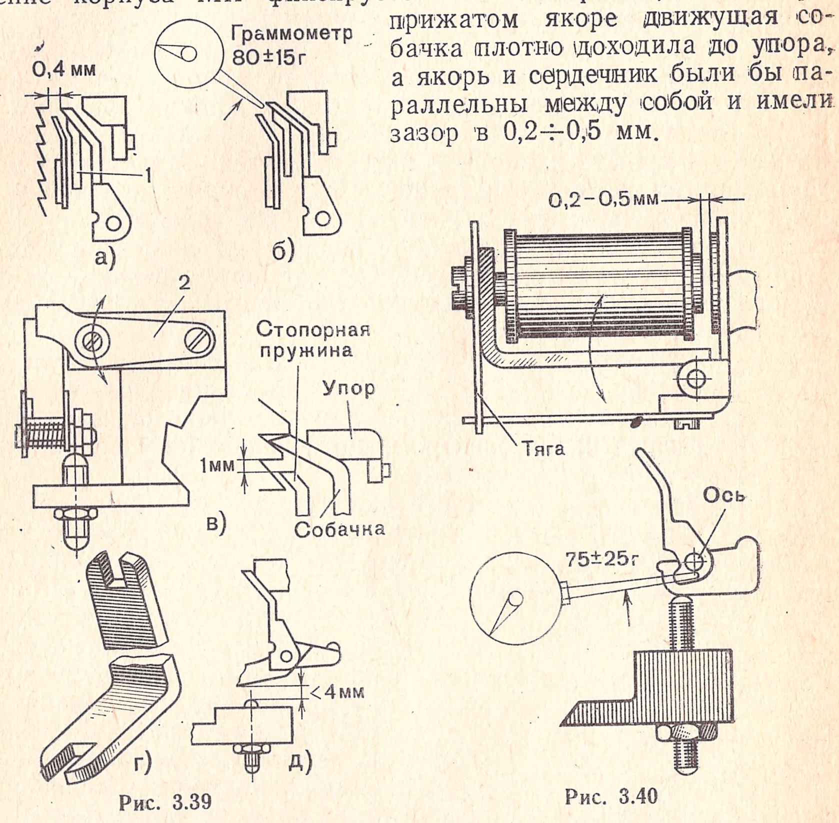


Рис. 3.39

Рис. 3.40

11. Регулировка давления оттягивающей пружины МП (рис. 3.40) производится перемещением тяги при ослабленном винте крепления. Измеряется на оси движущей собачки подъема в момент отрыва рычага якоря от опорной шпильки и должно быть в пределах 75±25 г.

12. Регулировка вращательного движения. При регулировке механизма вращательного движения добиваются параллельности срезов стопорной и движущей собачек вращения, иначе они будут препятствовать подъему храпового барабана. При первом вращательном шаге движущая собачка вращения должна входить в третий паз храпового барабана.

При подъеме ротора стопорная и движущая собачки вращения не должны задевать за храповик, т. е. между острием собачки и

зубьями храповика должен быть зазор от видимого до 0,2 мм. Регулируется зазор легким подгибанием пятки опорной пластины собачки вращения или ее перемещением. Давление стопорной собачки вращения измеряется на острие собачки в момент отрыва от пятки опорной пластины собачки вращения или от упора собачки вращения и должно быть равно 80±15 г. Регулируется подгибанием спиральной пружины собачки. При сильном нажатии на якорь магнита вращения стопорная собачка вращения должна при каждом шаге вращения западать за каждый зуб храповика без зазора, а ведущая собачка вращения должна при этом свободно входить в паз зуба. Допускается скольжение ведущей собачки по 1/3 части наклонной плоскости зуба. Эти условия достигаются путем установки (вращением) в нужном положении упора и опорной пластины движущей собачки вращения.

Давление движущей собачки вращения на свою опорную пластину измеряется на острие собачки в момент отрыва ее от опорной пластины. Давление должно быть 80±15 г и регулируется натяжением спиральной пружины.

При отпущенном якоре *МВ* зазор между острием ведущей собачки вращения и удлиненным зубом храповика должен быть в пределах 0,1÷0,2 мм. Зазор регулируется положением опорной шпильки рычага якоря электромагнита вращения. После установки ее следует закрепить гайкой.

Установка *МВ* и его оттягивающей пружины (рис. 3.41) производится так же, как и магнита подъема. Отличие состоит лишь в том, что давление рычага якоря *МВ* на шпильку должно быть равно 100±20 г. Измеряется оно на оси, регулируется тягой.

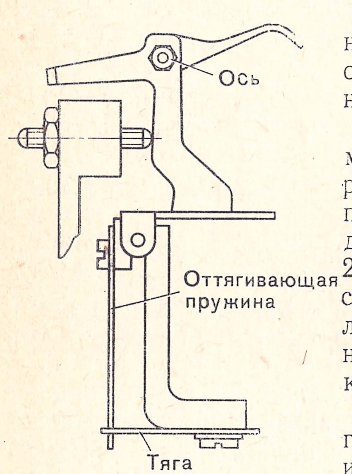


Рис. 3.41

13. Установка и регулировка контактных групп. Вначале контактные группы осматривают и чистят. Погнутые пружины рихтуют, а неисправные заменяют.

Давление пружин измеряют граммометром и регулируют торцевой регулировкой, изгибая пружины у основания и проглаживая по всей длине. Контактное давление во всех группах должно быть 25±5 г; давление нерабочей пружины на свою пластину должно быть 35±15 г; давление рабочей пружины на изоляционный упор или опорную пластину в спокойном состоянии — 15±5 г.

В спокойном состоянии контактных групп зазоры между крайней пружиной или ее косточкой и рычагом, производящим переключение контактной группы, должно быть не менее 0,1 мм. После соприкосновения контактов должно быть заметное на глаз совместное движение пружин. Сдвоенные контакты должны одновременно замыкаться и размыкаться.

Группа контактов подъема *К* должна переключаться после первого шага подъема. До установки ее следует со стороны контактной группы вставить в корпус штифт переключения. Зазор между переключающим штифтом и лапкой переключения контактной группы регулируется изгибом лапки и должен быть от минимального до 0,3 мм.

Группа контактов вращения *в* переключается при первом шаге вращения. После переключения пружин зазор между плечом рычага переключения и изоляционными упорами групп *в* и $в_{11}$ должен быть не менее 0,1 мм.

Группа контактов провертывания $в_{11}$ переключается в одиннадцатом положении щеток при вращательном движении. В десятом и двенадцатом положении плечо рычага не должно давить на контактную группу $в_{11}$.

Группа контактов магнита вращения *МВ* переключается при каждом вращательном шаге. Зазор между изоляционным упором и лапкой якоря влияет на скорость свободного движения искателя во время возвращения его в исходное положение. С увеличением зазора уменьшается скорость возврата.

14. Установка и регулировка щеток, шнура и указателей. Установку щеток начинают с верхней (щетка *а*). Щетка *а* и шкала линий крепится через металлическую прокладку двумя винтами к верхней полке храповой рейки. В случае, если есть необходимость, щетку серийного поля устанавливают на верхней полке храповой рейки до установки щетки *а*.

Щетку *в* и шнуродержатель крепят через металлическую прокладку к угольнику, который, в свою очередь, крепится на храповой рейке. Щетку *с* и лапку переключения контактной группы *К* крепят через металлическую прокладку в нижней части храповой рейки.

Все три щетки должны стоять по вертикали на одной прямой, чтобы они одновременно набегали на ламели поля. Рабочие грани щеток должны прилегать друг к другу концами, образуя острый угол с просветом между вторыми концами граней не более 0,1 мм. Развод щеток со стороны врубания составляет 2 мм. В спокойном состоянии каждая полущетка должна лежать на передней части опорной пластины, образуя в средней части, по возможности, неподвижный зазор. Серийная щетка при подъеме не должна касаться серийных ламелей, при первом шаге вращения она должна лежать в пределах первой трети ламели. Давление каждой полущетки на контактную ламель должно быть 30 ± 10 г.

Указатели декад и линий должны быть закреплены так, чтобы шкала подъема не касалась шкалы вращения и чтобы цифра линий расположилась справа от цифры, указывающей декаду и была на том же уровне.

Установка искателя в рабочее место производится при роторе, находящемся в исходном положении. Искатель устанавливается между платами поля так, чтобы буксы вошли в центрирующие

вырезы в платах поля. После этого искатель поворачивается влево таким образом, чтобы замыкающий прилив станины искателя зашел за выступ платы, чем обеспечивается центровка механизма искателя в контактном поле. Затем производится подрегулировка щеток.

Щетки проверяются и регулируются на отсутствие биения, т. е. при врубании в поле обе полущетки должны раздвигаться ламелью одновременно. Врубание щеток регулируют изгибом угольника, на котором они закреплены. Не следует изгибать угольник много раз или слишком сильно, так как он может переломиться. Изгиб производится специальными плоскогубцами (рис. 3.42).

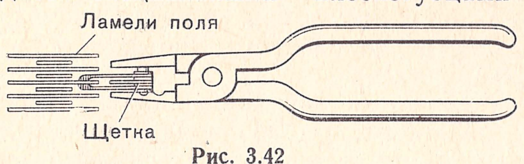
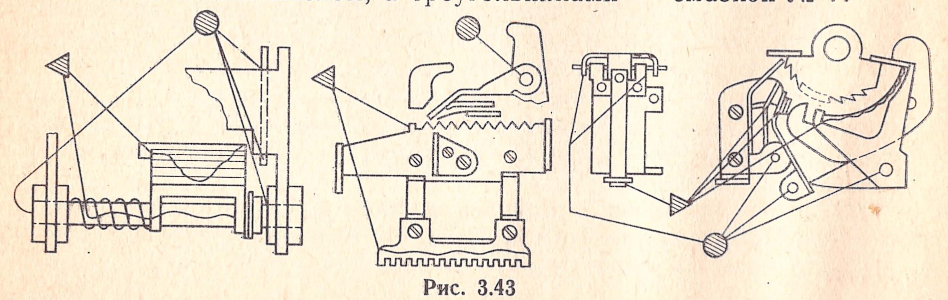


Рис. 3.42

Далее производят центровку щеток, добиваясь, чтобы на первом шаге вращения ротора рабочие грани щеток лежали в пределах от первой четверти до первой трети ширины ламели. Каждая полущетка должна лежать на ламели всей рабочей гранью. Давление каждой полущетки на ламель, измеренное в месте изгиба щетки, должно быть равно 50 ± 10 г для щеток из нержавеющей стали и 35 ± 10 г — для посеребреных бронзовых щеток. Пониженное давление вызывает шумы в разговорном тракте, повышенное — быстрый износ щеток и ламелей контактного поля. Проверка регулировки щеток производится на первой, пятой и десятой декадах поля. Отклонения от указанных требований и норм свидетельствует о неправильной сборке щеток или перекосе оси движущего механизма.

После установки и регулировки искатель окончательно закрепляется нижним болтом и верхней гайкой. Затягивать до отказа верхнюю гайку не следует во избежание провертывания верхней буксы и нарушения натяжения спиральной пружины.

15. Смазка движущего механизма производится костяным (часовым) маслом и смазкой № 7. Порядок этих работ такой же, как при смазке ШИ-17. На рис. 3.43 кружками отмечены места смазки костяным маслом, а треугольниками — смазкой № 7.


Рис. 3.43

МНОГОКРАТНЫЙ КООРДИНАТНЫЙ СОЕДИНИТЕЛЬ (МКС)

МКС является основным коммутационным механизмом на АТС координатной системы. По принципу работы МКС — механизм релейного действия. Он содержит электромагниты, приводящие контактные пружины в рабочее состояние. Общий вид МКС типа 20×10×6 дан на рис. 3.44.

Этот МКС содержит 200 групп контактов, расположенных в двадцати вертикалях (вертикальные блоки) по десять групп контактов в каждой. Контакты этих групп образуют контактное поле вертикального блока. Электрический контакт в каждой группе образуется подвижной контактной пружиной *11* и неподвижной шиной или струной *12*.

Подвижные контактные пружины имеют сдвоенные контакты. Шесть контактных пружин одной группы размещаются в двух горизонтальных рядах по три пружины в каждом. Каждому горизонтальному ряду соответствует выбирающий электромагнит *10* $ВМ_1$—$ВМ_{10}$. Каждая пара соседних выбирающих электромагнитов воздействует на одну выбирающую штангу (рейку) *9*, поворачивая ее в зависимости от того, какой электромагнит сработал, в ту или иную сторону. На выбирающих штангах укрепляются одним концом гибкие стальные струны *7*, называемые выбирающими пальцами. Число пальцев на каждой штанге соответствует числу вертикалей МКС. Таким образом, МКС 20×10×6 содержит десять выбирающих электромагнитов, воздействующих попарно на пять выбирающих штанг. Кроме выбирающих электромагнитов МКС имеет двадцать удерживающих электромагнитов *4* ($УМ_1 \div УМ_{20}$), каждый из которых воздействует на свою рабочую планку *8*, закрепленную на якоре этого электромагнита. Для замыкания одной из двухсот контактных групп, расположенных по прямоугольной координатной сетке, которая образуется горизонтальными штангами и вертикальными планками, сначала срабатывает один из десяти выбирающих электромагнитов. Он поворачивает выбирающую штангу вместе с пальцами на небольшой угол. При этом все двадцать пальцев попадают в углубления всех двадцати гетинаксовых подвижных гребенок (толкателей) *15* (рис. 3.45[1])), чем отмечается (фиксируется) необходимая горизонталь. Однако соединения еще не происходит, так как ни одна из горизонтальных гребенок (толкателей) не сместилась, а предварительно напряженные контактные пружины опираются на выступы гребенок и пока не контактируют со струнами.

Вслед за выбирающим электромагнитом срабатывает удерживающий электромагнит соответствующего вертикального блока. Поворачивая рабочую планку, он давит на выбирающий палец, последний — на подвижную гребенку, в которой он находится.

---

[1]) На этом рисунке нумерация деталей сохранена такой же, как и на предыдущем.

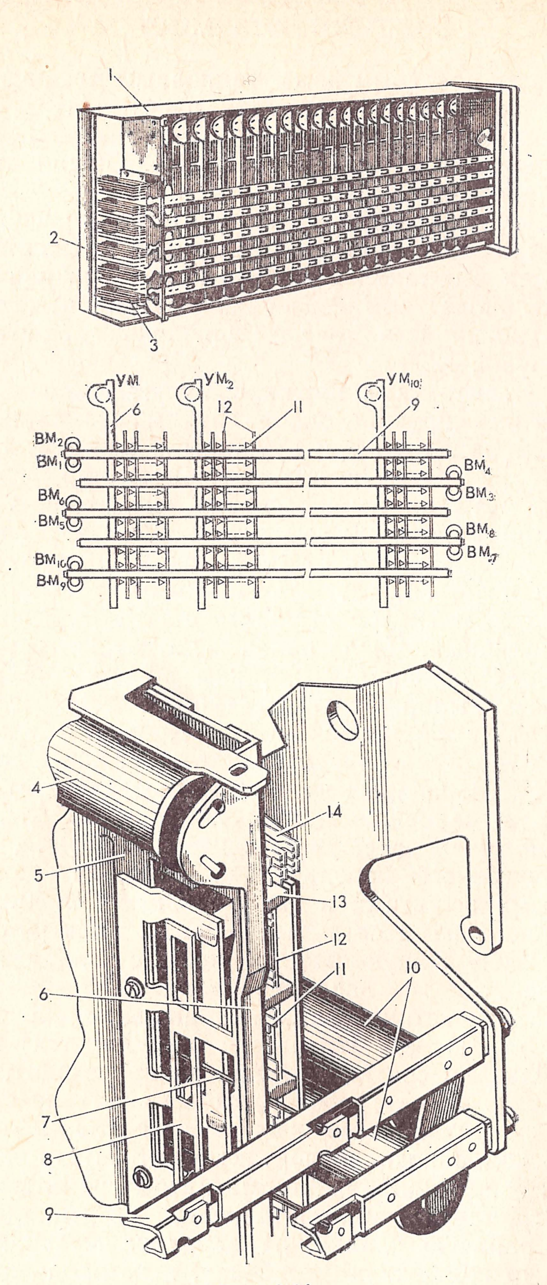

1
2
3
УМ
УМ2
УМ10
6
12
11
9
ВМ2
ВМ1
ВМ4
ВМ3
ВМ6
ВМ5
ВМ8
ВМ7
ВМ10
ВМ9
4
14
5
13
12
11
10
6
7
8
9

Рис. 3.44

Подвижная гребенка перемещается вправо и дает возможность подвижным пружинам, опирающимся на эту гребенку, отклониться вправо до образования контакта с неподвижными струнами. Затем выбирающий электромагнит отпускает свой якорь и выбирающая штанга возвращается в исходное положение, но выби-

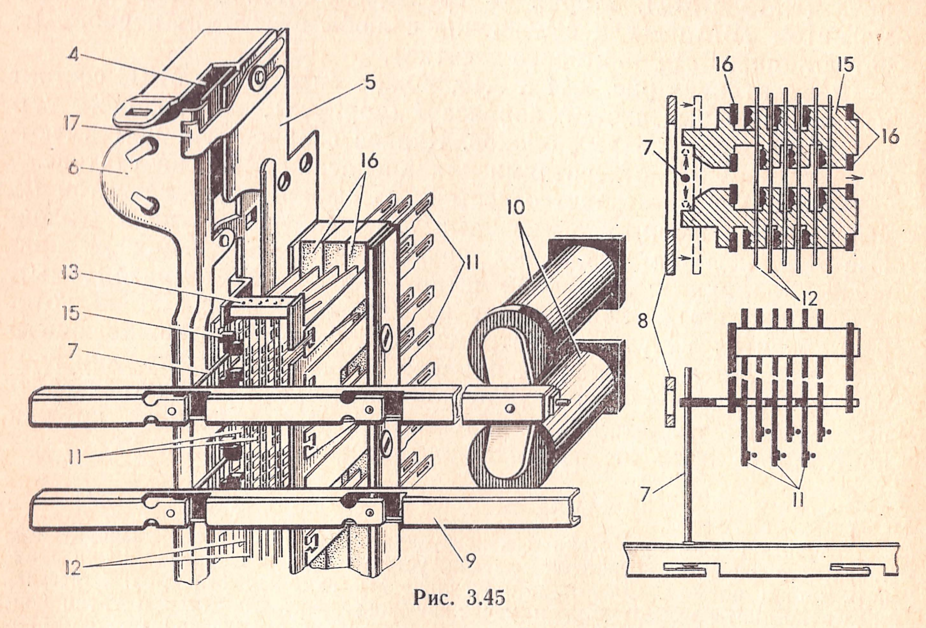


Рис. 3.45

рающий палец, с помощью которого замкнута контактная группа, остается зажатым вертикальной планкой в гнезде гребенки. Удерживающий электромагнит остается под током на все время соединения. Наличие у любой выбирающей штанги одного или нескольких зажатых пальцев не препятствует установлению новых соединений через данный МКС. Это позволяет использовать МКС многократно и устанавливать через него столько соединений, сколько вертикальных блоков содержит МКС.

В нашей стране применяются МКС с различными коммутационными возможностями, т. е. с различным числом вертикальных блоков, различным числом выходов в каждом блоке и различной проводностью каждого выхода. Применяются МКС типа $10\times10\times6$; $10\times10\times12$; $20\times10\times6$; $20\times20\times3$; $10\times20\times6$. В этих условных обозначениях первая цифра указывает число вертикальных блоков, вторая — число выходов и третья — число коммутируемых проводов (проводность) каждого выхода. МКС $10\times10\times6$, $10\times10\times12$ и $20\times10\times6$ относятся к типу двухпозиционных, т. е. таких, у которых контакты замыкаются при действии одного ВМ и одного УМ. МКС $10\times20\times6$; $20\times20\times3$ относятся к типу трехпозиционных, т. е. таких, у которых вход соединяется с выходом при действии двух ВМ и одного УМ. Эти МКС имеют двена-

дцать выбирающих электромагнитов, воздействующих на шесть выбирающих планок. Соединяется вход с любыми из двадцати выходов в вертикальном блоке путем замыкания двух контактных групп. Одна из них определяется работой выбирающего магнита ($ВМ_1$—$ВМ_{10}$), вторая — групповым выбирающим электромагнитом ($ВМ_{11}$ — для соединения с любым выходом первого десятка линий, $ВМ_{12}$ — второго десятка).

Рассматривая рис. 3.44 и 3.45, можно видеть, что МКС состоит из трех основных частей: каркаса *1* (корпуса), выбирающего устройства и вертикальных блоков. Каркас сварной. На нем имеются угольники *2* с отверстиями для крепления МКС на стативе.

Выбирающее устройство состоит из выбирающих магнитов *10*, выбирающих штанг *9* с пальцами *7*, контактных групп *3* (головные контакты) и возвратных пружин, воздействующих на приводные валики выбирающих штанг (на рисунке неразличимы).

Вертикальный блок состоит из платы основания *5*, на которой крепится катушка электромагнита *4*, якоря удерживающего электромагнита *6* с рабочей планкой *8*, запирающих пружин якоря *17*, контактной группы удерживающего магнита *14*, возвратных пружин толкателя *16* и толкателя *15*, подвижных пружин контактного поля *11*, рамки с контактными струнами *13*.

ЗАДАНИЕ

Изучить принцип действия и конструкцию МКС. Произвести разборку вертикального блока. Осмотреть все детали, устранить их неисправности или заменить детали новыми. Собрать и отрегулировать вертикальный блок. Отрегулировать контакты выбирающих и удерживающих электромагнитов и групп контактного поля. Собрать и отрегулировать МКС, проверить его под напряжением.

Разборка МКС. При разборке, сборке и регулировке МКС применяется комплект инструмента, приведенный в приложении 3. В условиях телефонных мастерских техникумов целесообразно ограничиться только частичной разборкой МКС.

Разборку начинают со снятия выбирающих штанг, для чего со стороны крепления на штанге якоря отворачивают осевой винт, предварительно отвернув контргайку. Затем снимаются вертикальные блоки, для чего полностью вывертываются верхние, нижние и, частично, задние винты или гайки крепления этих блоков. Для снятия контактной группы каждой пары выбирающих электромагнитов необходимо отвернуть по два винта крепления.

Разборку вертикального блока начинают со снятия якорной контактной группы УМ, для чего слегка отвертывают гайку крепления. Отвернув винты, снимают удерживающие пружины якоря, якорь и, отвинтив гайку крепления, катушку электромагнита. Если разборка ведется по нескольким блокам, то якори целесообразно пронумеровать, чтобы не перепутать впоследствии. Для снятия блоков подвижных контактных пружин поля следует отвернуть по две гайки крепления каждого блока. Для снятия рамки со струнами необходимо отвернуть три винта крепления основания рамки (кронштейна).

Все детали МКС осматривают на отсутствие заусениц, сколов, выбоин, трещин и коробления. Особое внимание следует обратить на следующие детали:

1. Якорь вертикального блока, ножи на основании блока и корпуса электромагнита, являющиеся точками вращения якоря. Их острия не должны быть затуплены.

2. Корпус МКС не должен иметь перекоса, что может привести к смещению отверстий для крепления вертикальных блоков и для осевых винтов выбирающих штанг. Лапки боковин корпуса, на которые крепятся катушки ВМ, должны быть отогнуты на 90° и находиться все на одном уровне.

3. Выбирающая штанга с якорем должна быть ровной, а якорь закреплен на штанге строго перпендикулярно осевой ее линии. Выбирающие пальцы должны быть прямыми, а если какой-нибудь окажется изогнутым, то его снимают с резьбы и заменяют новым.

4. Основание вертикального блока по всей плоскости не должно иметь прогиба. Оси вращения всех якорей, расположенные на корпусе электромагнита и основания, должны располагаться строго на одном уровне параллельно плоскости основания и между собой.

5. Корпус электромагнита вертикального блока должен быть изогнут строго под углом 90°, его ножевая плоскость должна быть на одном уровне с ножевой плоскостью поверхности основания.

6. Блок контактных пружин, запрессованных в пластмассу под определенным углом, после сборки должен обеспечить требуемое давление. Допускается индивидуальная подрегулировка отдельных пружин, если имеется специальное приспособление для обеспечения заданного давления в собранном блоке. Пружины в блоке, включая возвратные, должны быть размещены строго одна над другой, а торцы их — находиться на одном уровне.

7. Не допускается наличие деформаций на закрепленных контактных струнах (шинах). Закрепление их в стойках рамки должно быть надежным. Качание стоек и собранной рамки на кронштейне недопустимо.

8. Толкатели (гетинаксовые гребенки) должны быть установлены таким образом, чтобы контактные пружины не касались средней части толкателей и не свисали бы с пальца его больше, чем на 1/3 ширины одного луча пружины.

9. Верхняя возвратная пружина якорной группы должна располагаться в центре между двумя рядами контактных пружин. Контакты подвижных пружин должны касаться своей серединой неподвижного контакта. Толкатель якорных групп должен легко передвигаться в шлице опоры (планки).

Сборка отдельных узлов МКС и предъявляемые к ней требования. Сборка вертикального блока начинается с установки пакетов контактного поля. Пакеты должны быть установлены таким образом, чтобы они были параллельны тыльному торцу основания и находились на одном уровне от этого торца. Затем на ос-

новании закрепляется катушка электромагнита так, чтобы она была параллельна корпусу основания. Якорную группу устанавливают так, чтобы ее ось симметрии была расположена по центру отростка (упор якоря) на основании блока. После установки группы гайка (винт) крепления затягивается до упора.

Контактную рамку с кронштейном аккуратно вдвигают в контактное поле и закрепляют винтами. При этом наблюдают за тем, чтобы толкатели установились симметрично в прорезях кронштейна, а стойка рамки оказалась симметричной относительно удлиненных пружин поля. При работе толкатели не должны касаться кронштейна, а контактные пружины — стоек рамки. Контактная рамка должна быть установлена таким образом, чтобы все струны расположились по середине между контактами коротких и длинных пружин. Заканчивают сборку вертикали установкой якоря с рабочей планкой и креплением его удерживающих пружин. Особое внимание следует обратить на то, чтобы толкатели групп поля располагались симметрично в прорезях рабочей планки якоря.

Регулировка вертикального блока. Пружины, удерживающие якорь, должны лежать на основании блока (нижняя) и на корпусе электромагнита (верхняя) с давлением 150±30 г. Давление измеряется на конце пружины в момент отрыва ее от плоскости соприкосновения. Якорь должен быть установлен так, чтобы лапка, приводящая в движение якорную контактную группу, была на одной оси с упором на основании блока, а сам якорь был в рабочем положении параллелен рабочей поверхности сердечника электромагнита.

Пружины, удерживающие якорь, должны обеспечить его прилегание к основанию блока и ярму электромагнита без зазора. При этом якорь должен поворачиваться на ножах (осях вращения) свободно. Допускается продольное перемещение якоря, но не более 0,2 мм. После того как установлено, что указанные условия выполняются, винты, крепящие удерживающие пружины, следует тщательно затянуть.

Рабочий ход якоря — расстояние между пластиной отлипания якоря и сердечником, должен быть 1,4±0,05 мм. Регулируется

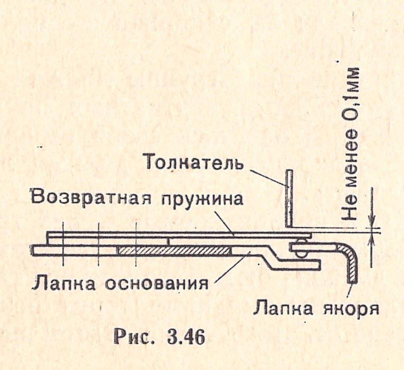


Рис. 3.46

Рис. 3.47

ход якоря изгибанием упора (отростка основания) и лапки, приводящей в движение якорную группу. При этом зазор между толкателем якорной группы и возвратной пружиной якоря должен быть не менее 0,1 мм (рис. 3.46). Измерение хода якоря производят специальным шаблоном (рис. 3.47).

Якорная группа регулируется следующим образом:

1. Обеспечивается необходимое давление предварительным подгибанием пружины у основания (у пластмассы). Суммарное контактное давление двух контактов одной пружины должно быть 22±4 г, а одного — 10±1 г. При работе группы двойные контакты должны замыкаться и размыкаться одновременно.

2. Устанавливаются зазоры в группе регулировкой неподвижных пружин. Их положение регулируют так, чтобы зазор между ними и нижними подвижными (рис. 3.48) контактами (при отпущенном якоре *а*) и между ними и верхними подвижными контактами (при притянутом якоре *б*) был одинаков и составлял не менее 0,3 мм. При замкнутых контактах зазор между пальцем толкателя и подвижной контактной пружиной должен быть не менее 0,2 мм.

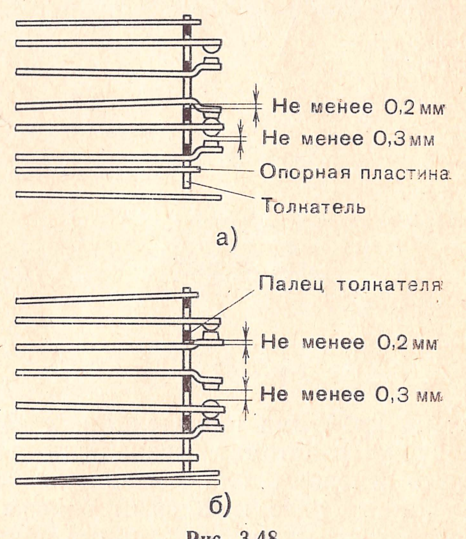


Рис. 3.48

3. Проверяется давление толкателя на опорную пластину контактной группы. Оно определяется суммарным действием возвратной пружины и подвижных пружин группы. Величину давления измеряют в момент отрыва толкателя от упора и оно должно находиться в пределах 25±5 г. Точка приложения граммометра — рабочий конец толкателя. Давление возвратной пружины контактной группы регулируется изгибом ее у основания на двух лучах.

4. Проверяется давление возвратной пружины якоря. Это давление должно быть в пределах 25±5 г. Регулируют давление у основания пружины с обеих сторон одинаково на двух лучах и измеряют в момент отрыва пружины от лапки якоря в исходном его состоянии. В рабочем состоянии якоря между возвратной пружиной и основанием группы должен быть видимый зазор.

Группа контактного поля регулируется следующим образом:

1. В исходном положении якоря устанавливается зазор между рабочей планкой и толкателем (рис. 3.49*а*), равный от 0,7 до 1,2 мм в месте прижима выбирающего пальца. Регулируется зазор, а по существу ход толкателей вертикального блока у блоков

МКС 10×20×6 и 10×10×12 передвижением рабочей планки (рис. 3.50*а*) в нужном направлении. После получения необходимого зазора винты крепления планки следует затянуть до отказа. Зазор у блоков МКС других типов регулируется изгибанием перемычек якоря (рис. 3.50*б*). Зазор устанавливают только под

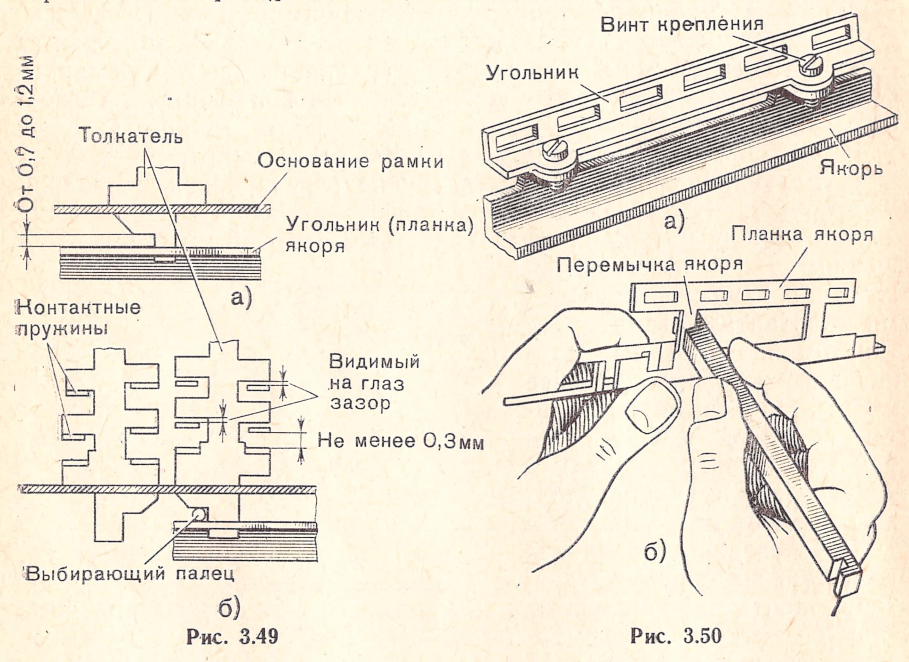


Рис. 3.49 **Рис. 3.50**

двумя крайними толкателями, а под остальными толкателями он получается автоматически. Если этого не происходит, значит прогнуто основание или оказалась неровной рабочая планка.

Работу с вертикальным блоком следует закончить проверкой контактного поля. Необходимо обратить внимание на следующее:

1. Контактные пружины должны опираться на толкатели и свободно перемещаться вдоль их корпуса.

2. Винты, стягивающие пружинный пакет, должны быть тщательно затянуты.

3. Контакты подвижных пружин должны соприкасаться с контактными струнами, по возможности, своей серединой. Контактное давление одной пружины должно быть 20÷27 г, причем все подвижные пружины должны замыкаться и размыкаться со струной одновременно. Каждый контакт должен оказывать давление не менее 10 г. Измеряется давление граммометром, который прикладывается на концах двух контактов одной пружины. Измерение производится при вставленном выбирающем пальце, якоре, прижатом к электромагниту, причем между пластиной отлипания и сердечником должен быть проложен щуп 0,3 мм.

Общее давление толкателя контактной группы на кронштейн (основание) должно быть 40±10 г. Регулируется оно изменением давления верхних возвратных пружин на толкатель. Измеряется в момент отрыва толкателя от кронштейна.

4. При полностью прижатом якоре и пальце, находящемся в углублении, должен быть видимый зазор между ведущим упором толкателя и верхней поверхностью освобожденной пружины, а также должен быть зазор не менее 0,3 мм между нижними контактами и возвратными пружинами (рис. 3.49*б*).

В спокойном состоянии якоря ВМ зазоры между контактными пружинами и струнами должны быть 0,4÷0,6 мм. Допускается небольшая подрегулировка зазоров изгибанием концов пружин, но не изменением угла у основания пружин.

Сборка и регулировка МКС. Сборку целесообразно производить в следующей последовательности.

1. Не полностью завернуть (наживить) осевые винты выбирающих штанг.

2. Установить ВМ в корпусе МКС таким образом, чтобы два ВМ, действующие на одну выбирающую штангу, были симметричны по отношению оси штанги и параллельны друг другу и щекам корпуса МКС. После этого можно затянуть гайки крепления.

3. Установить в корпусе МКС отрегулированные вертикальные блоки таким образом, чтобы их основание упиралось в дно паза корпуса. При этом ушки основания блока должны плотно прилегать к корпусу, а отверстия под винты точно совместиться (рис. 3.51). Недопустимо затягиванием винтов выбирать перекосы и зазоры. Далее нужно закрепить каждый блок сначала одним вин-

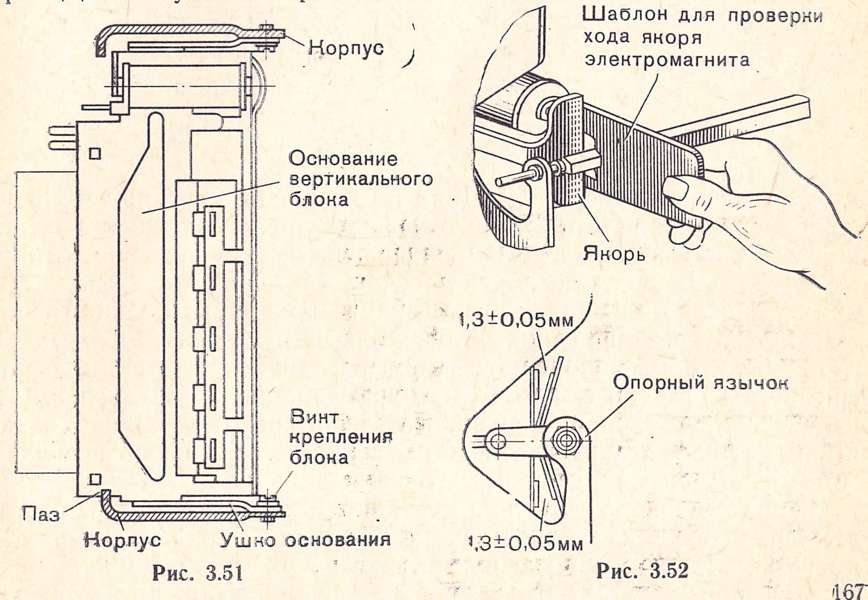


Рис. 3.51

Рис. 3.52

том, следя за тем, чтобы второе крепежное отверстие блока точно совпадало с резьбовым отверстием на корпусе МКС, после чего можно закрепить блоки вторыми винтами (в некоторых типах МКС — третьим винтом или гайкой). Если второе отверстие не совпадает с резьбовым, указывая на перекос корпуса либо основания блока, то вторым винтом крепить запрещается до устранения дефекта.

4. Установить выбирающие штанги в корпусе МКС и отрегулировать ход обоих якорей, принадлежащих одной штанге. Он должен быть равен 1,3±0,05 мм. Проверка ведется специальным шаблоном (рис. 3.52).

Регулировка хода якоря ВМ производится подгибкой отростков (лапок щек) корпуса электромагнита специальным ключом (рис. 3.53).

Выбирающие штанги должны быть установлены симметрично относительно щек каркаса, свободно вращаться на осевых винтах (подшипниках) и иметь продольное перемещение не более 0,3 мм, а их осевое положение должно быть отрегулировано так, чтобы все торцы язычков, на которых укреплены выбирающие пальцы, располагались на одном уровне (рис. 3.54). Для этого сначала регулируют положение двух крайних штанг, как указано выше, и затягивают гайки их осевых винтов. Далее устанавливают в то же положение остальные штанги и проверяют их положение стальной линейкой. Если они установлены верно, то все гайки должно быть законтрены.

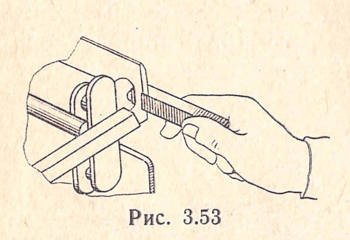


Рис. 3.53

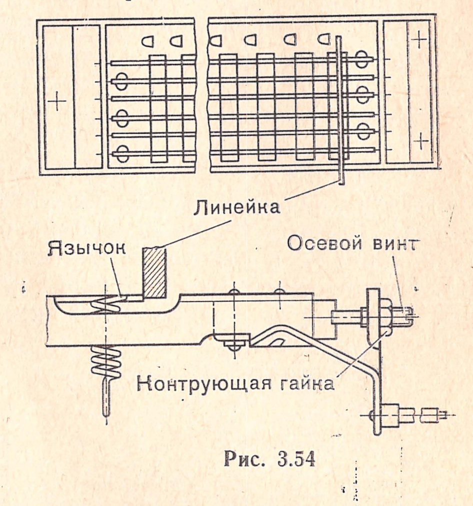


Рис. 3.54

Положение выбирающих пальцев регулируют изгибом язычков штанг (к которым прикреплены пальцы), используя регулировочный инструмент (рис. 3.55). В исходном положении штанги выбирающие пальцы должны располагаться по центру между толкателями (рис. 3.56). Допускается отклонение от центра, но не более ±0,5 мм. Давление выбирающего пальца на угольник или планку якоря вертикального блока должно быть таким, чтобы колебательное движение пальца при отпускании гасилось и палец плавно (без зацепления) скользил по поверхности планки якоря. Практически правильное давление пальца на угольник якоря по-

лучается, если при снятом якоре конец выбирающего пальца будет находиться на одном уровне с тыльной поверхностью основания вертикального блока.

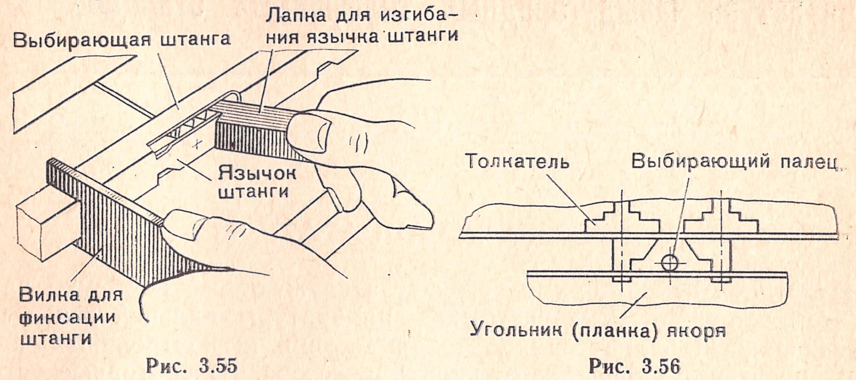


Рис. 3.55 Рис. 3.56

При срабатывании электромагнита соответствующей выбирающей штанги пальцы должны свободно входить в гнезда толкателей до упора. При отпускании электромагнита пальцы должны беспрепятственно вернуться в первоначальное положение.

Установка и регулировка положения якорной группы ВМ. Зафиксировав штангу шаблоном для установки хода якоря ВМ, произвести установку отрегулированной якорной группы и закрепить винтами. Установить группы так, чтобы зазор между приводным валиком выбирающей штанги и возвратной пружиной каждой контактной группы был не более 0,1 мм (рис. 3.57). После установки положения винты, крепящие группы, должны быть затянуты до отказа. Надо отрегулировать давление верхней и нижней возвратной пружин каждой группы на приводной валик, чтобы оно было 50±10 г. Измеряется давление на приводном валике.

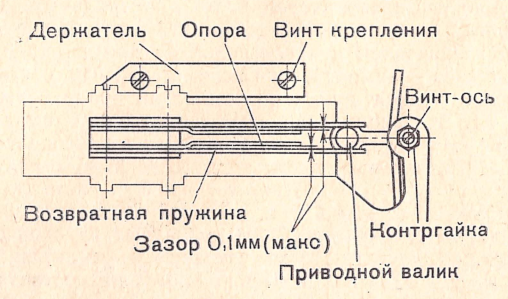


Рис. 3.57

При правильной регулировке контактной группы выбирающий палец должен устанавливаться в рабочее положение до того, как замкнутся контакты выбирающей группы.

После сборки и регулировки необходимо смазать оси выбирающих штанг часовым маслом Б-1.

Глава 4.

Аппаратура междугородных телефонных станций

ЭЛЕМЕНТЫ АППАРАТУРЫ

Введение. Генераторные устройства служат неотъемлемой частью любой высокочастотной аппаратуры дальней связи и предназначены для создания токов несущих и контрольных частот и сигналов тонального набора и вызова. Генераторные устройства включают в себя генераторы, делители и умножители частоты. Генераторы переменного тока, используемые в аппаратуре дальней связи, как правило, являются автогенераторами синусоидальных колебаний фиксированной жестко стабилизированной кварцем частоты. Несущие частоты разных каналов и групп каналов получаются в делителях и умножителях частоты.

В качестве примера рассмотрим структурную и принципиальные схемы генераторного оборудования аппаратуры уплотнения воздушных линий В-3-3. В этом оборудовании создаются токи индивидуальных несущих частот 12, 16 и 20 кГц, токи групповых несущих частот 72 и 108 кГц для первой ступени группового преобразования, токи групповых несущих частот 100, 114 и 115 кГц для второй ступени группового преобразования, токи контрольных частот 12 и 24 кГц, а также ток сигнальной частоты 2100 Гц. Все эти частоты получаются из основной частоты 4 кГц умножением и использованием комбинационных (разностных и суммарных) продуктов взаимодействия вспомогательных частот.

Структурная схема генераторного оборудования аппаратуры уплотнения В33 приведена на рис. 4.1. Задающий кварцевый генератор КГ вырабатывает синусоидальные колебания частоты 8 кГц. Делитель Д-8/2 преобразует колебания частоты в 4 кГц. Индивидуальные частоты 12, 16 и 20 кГц получаются умножением частоты 4 кГц на 3, 4 и 5 соответственно. Эти частоты, являясь соответствующими гармониками частоты 4 кГц, имеются на выходе умножителя частоты Умн-4. Фильтры ГФ-12, ГФ-16 и ГФ-20 выделяют из общей суммы токи соответствующих несущих частот. После усиления в усилителях Ус-12, Ус-16 и Ус-20 напряжения частот 12, 16 и 20 кГц подаются на соответствующие каналы усиления и преобразования. Для образования групповых частот используются индивидуальные несущие частоты 12 и 20 кГц.

Групповые частоты 72 и 108 кГц получаются путем последовательного умножения частоты 12 кГц на три в Умн-12 и затем умножением частоты 36 кГц также на три в Умн-36. Несущая частота 100 кГц получается при умножении частоты 20 кГц на пять в Умн-20. На входе каждого умножителя включен полосовой фильтр, настроенный на соответствующую частоту и усилитель. Групповые несущие частоты 114 и 115 кГц получаются путем преобразования частот 15 и 30 кГц, которые, в свою очередь, получаются делением частоты 60 кГц на 2 и 4 в делителе Д-60/4. Частота 60 кГц получается умножением частоты 20 кГц на 3 в Умн-20. Частота 115 кГц получается путем суммирования частот 100 кГц и 15 кГц в преобразователе, который через удлинитель подключен к выходу фильтра ГФ-15. Несущая частота 114 кГц получается как разность вспомогательных

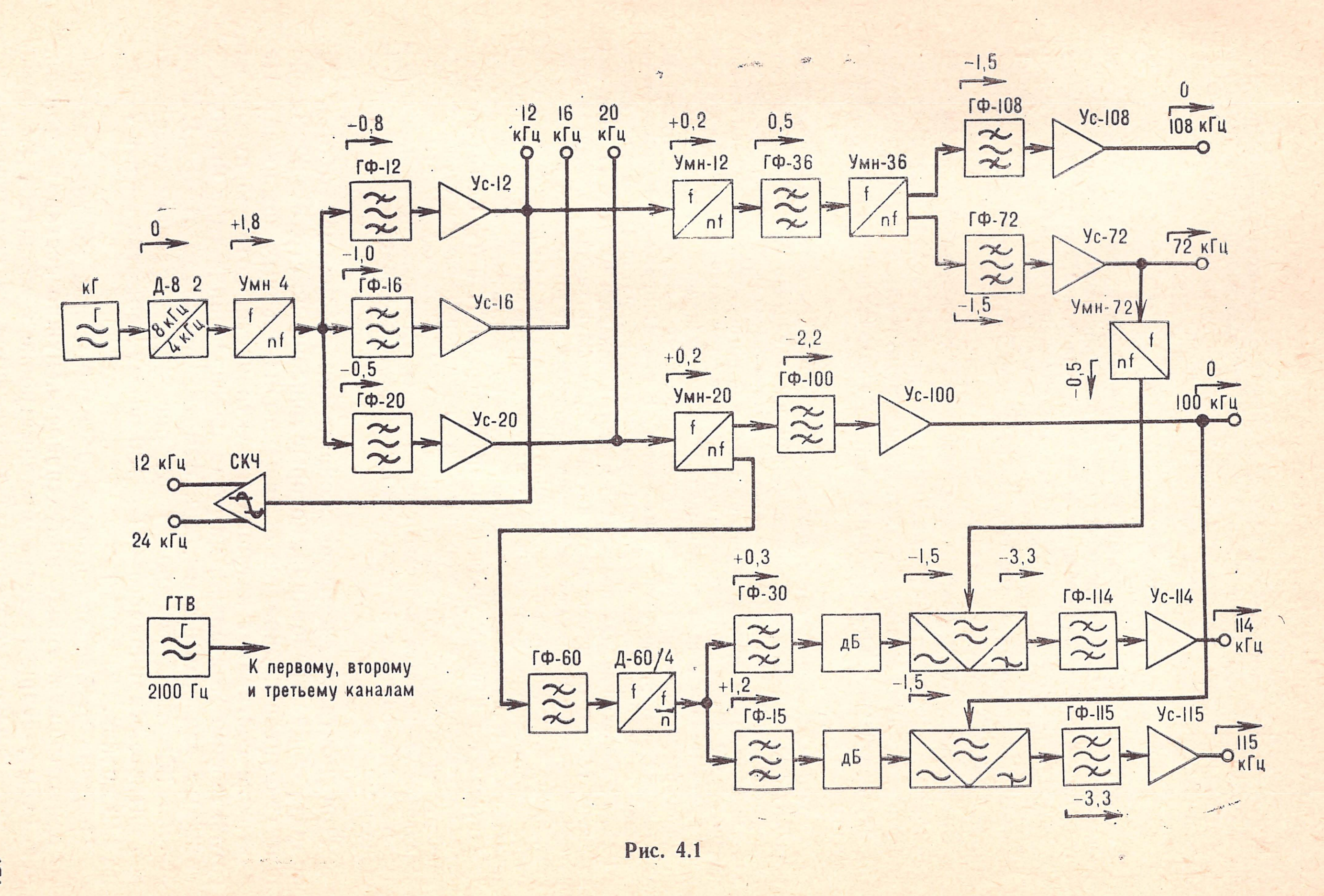

кГ
Д-8 2
8 кГц
4 кГц
Умн 4
0
+1,8
ГФ-12
ГФ-16
ГФ-20
−0,8
−1,0
−0,5
Ус-12
Ус-16
Ус-20
12 кГц
16 кГц
20 кГц
СКЧ
12 кГц
24 кГц
ГТВ
2100 Гц
К первому, второму и третьему каналам
Умн-12
+0,2
ГФ-36
0,5
Умн-36
ГФ-108
−1,5
Ус-108
0
108 кГц
ГФ-72
−1,5
Ус-72
72 кГц
Умн-72
−0,5
Умн-20
+0,2
ГФ-100
−2,2
Ус-100
0
100 кГц
ГФ-60
Д-60/4
ГФ-30
+0,3
ГФ-15
+1,2
дБ
дБ
−1,5
−1,5
−3,3
ГФ-114
Ус-114
114 кГц
ГФ-115
Ус-115
115 кГц
−3,3

Рис. 4.1

частот 144 кГц и 30 кГц. Частота 144 кГц получается путем умножения частоты 72 кГц на два в Умн-72.

Генераторное оборудование позволяет получить высокостабильные по уровню токи контрольных частот 12 и 24 кГц с помощью специального усилителя-ограничителя контрольных частот СК4, а также ток сигнальной частоты 2100 Гц с помощью генератора тонального вызова ГТВ.

ЗАДАНИЕ

Собрать и настроить и испытать три основные узла генераторного оборудования станции В33: задающий генератор, делитель частоты, умножитель частоты. Для наладки, настройки и испытаний узлов необходимо использовать следующую измерительную аппаратуру: вольтметр постоянного тока (Ц-435), электронный осциллограф С1-5, омметр и мегомметр. Генератор синусоидального напряжения с частотой 8 кГц собрать первым и использовать для настройки второй и третьей схемы.

Задающий кварцевый генератор. Принципиальная схема задающего генератора изображена на рис. 4.2. Он представляет собой двухкаскадный транзисторный усилитель с положительной обратной связью. Транзисторы T_1 и T_2 включены по схеме с общим эмиттером.

Первый каскад работает в режиме класса «А», режим транзистора по постоянному току определяется соотношением плеч делителя R_1, R_2 в цепи базы транзистора T_1. Резистор R_4 является нагрузкой каскада. Резистор R_3 служит для создания отрицательной обратной связи как по постоянному, так и по переменному току. Отрицательная обратная связь в этом случае стабилизирует режим транзистора и общий коэффициент усиления каскада.

Второй каскад собран по аналогичной схеме, но нагрузкой его служит колебательный контур, настроенный на частоту 8 кГц. Напряжение положительной обратной связи с обмотки *3—4* через кварцевый резонатор $P_{кв}$ и конденсаторы C_1, C_2 (служащие для подстройки частоты) подается на вход T_1. При подключении генератора к источнику питания из-за флуктуаций в элементах генератора на выходе возникают колебания различных частот, однако для всех частот, кроме 8 кГц, параллельный колебательный контур LC_4 представляет собой малое сопротивление. Колебания этих частот замыкаются на корпус через конденсатор C_5. Напряжение же с частотой 8 кГц усиливается и через обмотку *3—4* передается и вновь усиливается транзисторами T_1 и T_2. Благодаря связи выхода со входом и соответствующей фазировке напряжения в схеме устанавливаются колебания с частотой 8 кГц. Высокая стабильность частоты этих колебаний обеспечивается кварцевым резонатором. С обмотки *7—8* напряжение частоты 8 кГц подается на вход делителя частоты, а с обмотки *5—6* на выход станции.

При монтаже схемы задающего генератора необходимо выполнять общие требования, которые описаны на стр. 3 и 82. Задающий генератор собирается в основном из типовых компонент. Исключение составляет катушка индуктивности, которую нужно изготовить самостоятельно, намотав на сердечнике типа 0Б-20, $\mu = 2000$ с зазором 0,3 мм, три обмотки проводом ПЭЛ-0,1. Первичная обмотка (выводы *1—2*, рис. 4.2) должна содержать 865 витков, вторичная *(3—4)* — 180 витков, обмотки *5—6* и *7—8* — по 110 витков.

Получив от преподавателя необходимые для монтажа элементы и изготовив катушку индуктивности, нужно составить монтажную схему, лучше всего на миллиметровке в масштабе 1:1. Монтаж задающего генератора осуществляется на стандартной пла-

те, получаемой вместе с элементами, и к нему можно приступить только после того, как монтажная схема будет проверена и одобрена преподавателем. По завершении монтажа надлежит измерить сопротивления всех точек схемы относительно корпуса и составить карту сопротивлений.

Перед включением генератора необходимо убедиться в правильности и исправности монтажа, и только после внимательной проверки можно подключать генератор к источнику питания. Для настройки генератора необходим вольтметр постоянного напряжения (Ц-435) с пределом измерения до 20÷30 В и электронный осциллограф (например типа С1-5), омметр и мегометр. Настройка генератора начинается с проверки режимов транзисторов T_1 и T_2 (рис. 4.2) по постоянному току. При этом нужно разорвать

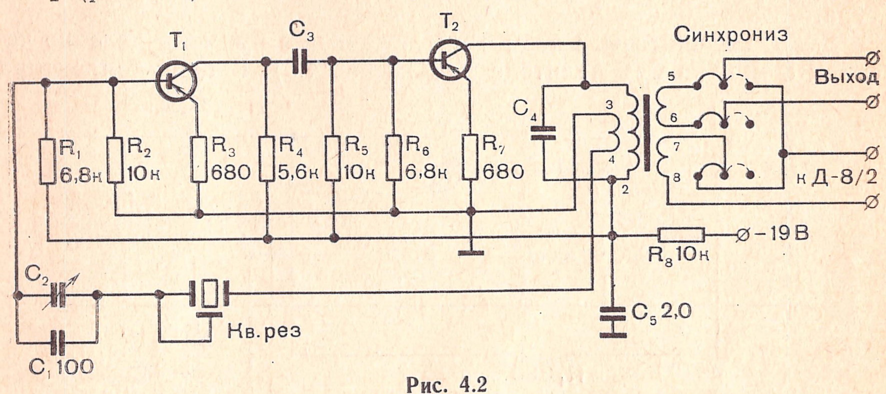


Рис. 4.2

цепь положительной обратной связи (отпаять вывод *4*). Один конец вольтметра подключить к общей точке (корпус на рис. 4.2), другой — последовательно присоединить к эмиттеру и коллектору T_1, к эмиттеру и коллектору T_2. При этом напряжения на электродах должны быть равны $U_{э1}$=1,5÷2 В, $U_{к1}$=5÷6 В, $U_{э2}$= =0,4÷0,5 В, $U_{к2}$=13÷15 В. Если все напряжения значительно меньше заданных, то следует проверить исправность конденсатора развязывающего фильтра C_5. При проверке конденсатор необходимо выпаять. Причиной низких напряжений может быть пробой, или повреждение изоляции между обмотками выходного контура. Изоляцию между обмотками проверяют мегометром, при отпаянных выводах. Сопротивление изоляции должно быть не ниже 10 МОм. Если напряжения $U_{э1}$ либо $U_{к1}$ не соответствуют требуемым значениям, необходимо изменять сопротивление резисторов R_1, R_2 либо R_3.

Если какое-либо из напряжений $U_{э2}$ или $U_{к2}$ не соответствует требуемым значениям, то необходимо изменять сопротивление резисторов R_5, R_6, либо R_7.

После установки требуемых режимов работы по постоянному току замыкается цепь положительной обратной связи (припаять вывод *4*).

Электронный осциллограф присоединяется к выводам *1—2* выходного контура. При этом на экране осциллографа должно появиться напряжение синусоидальной формы, частота которого равна 8 кГц. Для точной настройки частоты в схеме предусмотрен подстроечный конденсатор C_2. Отсутствие кривой синусоидального напряжения на экране осциллографа свидетельствует о неисправности генератора.

Причины здесь могут быть самые разнообразные, назовем некоторые, наиболее характерные:

— перепутаны концы в обмотке обратной связи;

— плохо укреплен кварц в кварцедержателе (в ламповой панели);

— короткое замыкание в какой-либо обмотке выходного контура.

Делители частоты. Рассмотрим в качестве примера деление частоты 8 кГц на 2 в делителе Д-8/2 (рис. 4.3). В цепи коллектора

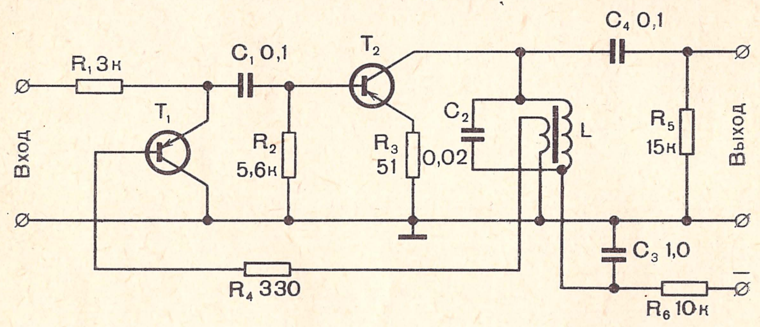


Рис. 4.3

транзистора T_2 включен параллельный колебательный контур LC_2, настроенный на частоту 4 кГц. Резистор R_5, включенный параллельно колебательному контуру, служит для расширения полосы пропускания этого контура. В цепи эмиттера транзистора T_2 включен резистор R_3, который стабилизирует работу каскада. Питание каскада осуществляется от источника постоянного напряжения через развязывающую цепочку R_6C_3.

Транзистор T_1, включенный параллельно входу, выполняет роль ключа, который работает в такт с выходным напряжением частоты 4 кГц благодаря наличию обмотки обратной связи. При положительной полярности этого напряжения транзистор T_1 закрыт, входной сигнал частоты 8 кГц проходит на базу T_2. При отрицательной полярности напряжения на входе T_1 его сопротивление коллектор-эмиттер становится очень малым и входной сигнал не поступает на базу транзистора T_2, замыкаясь через T_1. В результате через каждые два периода частоты 8 кГц в коллекторном токе T_2 наступает «провал» длиной тоже в два периода. Это обеспечивает в спектре выходного сигнала высокое процентное содержание напряжения с частотой 4 кГц.

Намотка катушки индуктивности L осуществляется проводом ПЭЛ-0,14 на сердечнике ОБ-20, $\mu=2000$ с зазором 0,3 мм. Первичная обмотка *(1—2)* должна содержать 580 витков, вторичная *(3—4)* — 138 витков.

После завершения монтажа составляется карта сопротивлений.

Перед проверкой режимов и настройкой схемы делителя необходимо внимательно проверить правильность монтажа и соответствие схемы карте сопротивлений. После этого делитель подключается к источнику питания и определяются напряжения на эмиттере и коллекторе транзистора T_2 по отношению к общей точке. Эти напряжения должны быть соответственно равны $U_{э2}=0$, $U_{к2}=18{,}0$ В. Если измеряемые напряжения не соответствуют требуемым, то нужно отключить питание, выпаять и проверить транзистор T_2 и при необходимости заменить.

Если напряжение на коллекторе транзистора T_2 равно нулю или очень мало, то следует проверить конденсатор C_3, рис. 4.3. Для этого его необходимо выпаять и проверить омметром. Причиной низкого напряжения на коллекторе T_2 может быть также пробой изоляции между обмотками контура. Изоляцию между обмотками следует проверять при отключенных выводах мегометром. Один щуп мегометра подключается к любому концу первой обмотки, другой — к любому концу второй обмотки. Сопротивление изоляции между обмотками должно быть не меньше 10 МОм.

После проверки и соответствующей установки режимов работы делителя Д-8/2 по постоянному току нужно отключить источник питания. Ко входу делителя подключить выход задающего генератора (обмотка *7—8*, рис. 4.2), к резистору R_5 делителя (рис. 4.3) подключить вход электронного осциллографа, после чего подать питание на задающий генератор и делитель. При подключении питания на экране электронного осциллографа должна появиться кривая приблизительно синусоидальной формы с частотой 4 кГц и полным размахом амплитуды 14—16 В.

Умножитель частоты. Все умножители частоты, применяемые в генераторном оборудовании аппаратуры В-3-3, основаны на одном принципе. Рассмотрим схему умножения частоты 4 кГц (Умн-4) (рис. 4.4). Транзистор T_1 включен по схеме с общим эмиттером, питание каскада осуществляется от источника постоянного напряжения через развязывающую цепь R_3, C_3. В цепи базы транзистора включена цепочка автоматического смещения C_1R_1, которая действует следующим образом.

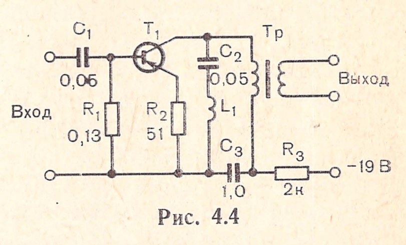


Рис. 4.4

При отрицательной полярности входного напряжения на базе T_1 конденсатор C_1 заряжается через малое входное сопротивление транзистора, при положительной полярности входного напряжения конденсатор C_1 разряжается через большое сопротивление резистора R_1, так как переход база—эмиттер при этом закрыт. Иными словами, переход эмиттер—база действует, как диод. На конденсаторе C_1 возникает постоянное напряжение, плюс которого приложен к базе T_1 и запирает его. Поэтому ток в цепи базы, а равно и в цепи коллектора транзистора T_1 протекает в течение небольшой части отрицательного полупериода входного напряжения, когда это напряжение превышает напряжение на кон-

денсаторе. В коллекторной цепи транзистора T_1 включен трансформатор Тр, с помощью которого напряжение полученных импульсов, содержащих как четные, так и нечетные гармоники частоты 4 кГц, подается на вход расположенных далее по тракту фильтров, выделяющих нужные гармоники.

Первичная обмотка трансформатора Тр зашунтирована последовательным колебательным контуром L_1C_2, настроенным на частоту входного сигнала. Так как последовательный колебательный контур на резонансной частоте имеет малое сопротивление, то на выходе колебания частоты, подлежащей умножению, значительно ослаблены.

Выходной трансформатор умножителя частоты нужно намотать на сердечнике Ш5×7,5 из листовой электротехнической стали Э-46. Первичная обмотка должна иметь 400 витков провода ПЭВ-2-0,15, вторичная — 100 витков провода ПЭВ-2-0,2. Умножитель частоты УМН-4 настраивается при помощи ранее собранных и настроенных схем задающего генератора и делителя частоты. Перед настройкой умножителя необходимо проверить правильность монтажа; надежность соединений и соответствие схемы карте сопротивлений.

После подачи питания нужно проверить режимы по постоянному току. Постоянные напряжения на эмиттере и коллекторе транзистора T_1 (рис. 4.4) должны быть соответственно равны: $U_{э1}=0$; $U_{к1}=19$ В. При несоответствии показаний прибора этим величинам нужно отключить питание, отпаять и проверить транзистор T_1 и при необходимости заменить. При малом напряжении на коллекторе T_1 необходимо проверить исправность конденсаторов C_2 и C_3, а также изоляции между обмотками трансформатора Тр способами, описанными выше для задающего генератора и делителя частоты.

После того как режимы проверены и проверка показала исправность каскада, следует отключить источник питания, затем вход умножителя подключить к выходу делителя частоты Д-8/2, а вход делителя — к выходу задающего генератора (к обмотке *7—8* рис. 4.2). Присоединить вход электронного осциллографа к обмотке *1—2* выходного трансформатора умножителя и подать питание на все три схемы. На экране осциллографа должна появиться периодическая кривая сложной формы, полный размах колебаний которой составляет приблизительно 13÷15 В.

Преобразователь частоты. Преобразователи частоты (модулятор, демодулятор) входят в состав как группового, так и индивидуального оборудования аппаратуры дальней связи. Это видно из структурной схемы (рис. 4.1) аппаратуры В-3-3.

Преобразователи частоты являются одним из важнейших узлов многоканальной системы связи с амплитудной модуляцией. Для осуществления преобразования частоты необходимо использовать нелинейные элементы.

В настоящее время в качестве нелинейных элементов применяются преимущественно полупроводниковые диоды. Как известно, сопротивление полупроводникового диода при положительном напряжении на его аноде незначительно, при отрицательном же напряжении очень велико. В схеме с полупроводниковым диодом

(рис. 4.5*а*) форма тока сильно зависит от величины и полярности напряжения u_Ω. Если это напряжение переменное (рис. 4.5*в*) и частота значительно меньше частоты входного сигнала, т. е. $\Omega \ll \omega$, где $\omega = 2\pi f_{нес}$, то амплитуда высокочастотной составляющей окажется промодулирована низкой частотой (рис. 4.5*г*). Рассмотренный принцип положен в основу всех преобразовательных схем.

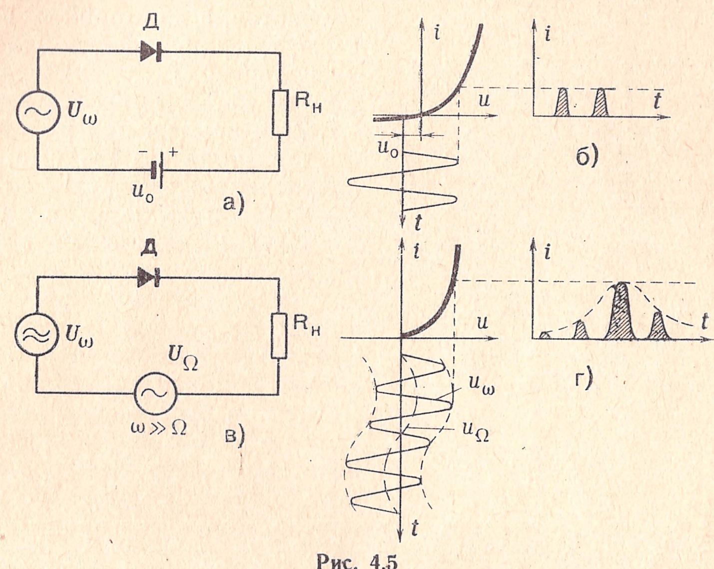


Рис. 4.5

Рассмотрим работу кольцевого модулятора станции В-3-3 рис. 4.6. Диоды, имеющиеся в схеме, попарно отпираются и запираются напряжением несущей частоты $f_{нес}$, играя роль своеобраз-

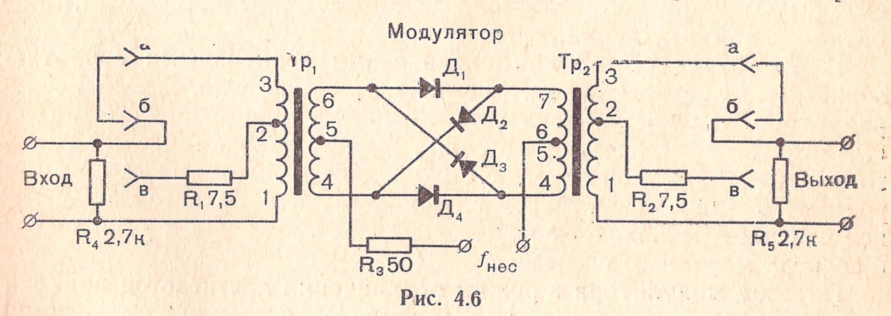


Рис. 4.6

ных переключателей. Рассмотрим эквивалентные схемы модулятора для разных полупериодов несущей частоты. В положительный полупериод диоды $Д_1$, $Д_4$ отперты, а $Д_2$, $Д_3$ заперты (рис. 4.7*а*), в отрицательный полупериод $f_{нес}$ — наоборот (рис. 4.7*б*). Из этих схем видно, что ток преобразуемой частоты протекает в первичной обмотке выходного трансформатора $Тр_2$ в течение обоих

полупериодов, однако направление тока меняется с изменением полярности напряжения несущей частоты. При подаче низкочастотного сигнала на его вход (разговор) u_Ω на первичную обмотку трансформатора $Тр_1$ амплитуда напряжения несущей частоты окажется промодулированной, так как в одной половине вторичной обмотки трансформатора $Тр_1$ токи высокой и низкой частоты складываются, а во второй — вычитаются; графики, поясняющие работу кольцевого модулятора аппаратуры В-3-3, приведены на рис. 4.7. Для нормальной работы преобразователя необходимо, чтобы сопротивления нагрузок со стороны входа и выхода были чисто активны и постоянны по величине. Однако обычно в аппаратуре дальней связи после преобразователей на выходе включаются фильтры, назначением которых служит подавление ненужных продуктов преобразования — подавляемой боковой полосы и паразитных частотных составляющих. Характеристическое же сопротивление фильтров активно только в полосе их пропускания, а за пределами этой полосы приобретает реактивную составляющую. Для обеспечения требуемой активной нагрузки на входе и выходе преобразователя включают либо удлинители, либо активные сопротивления.

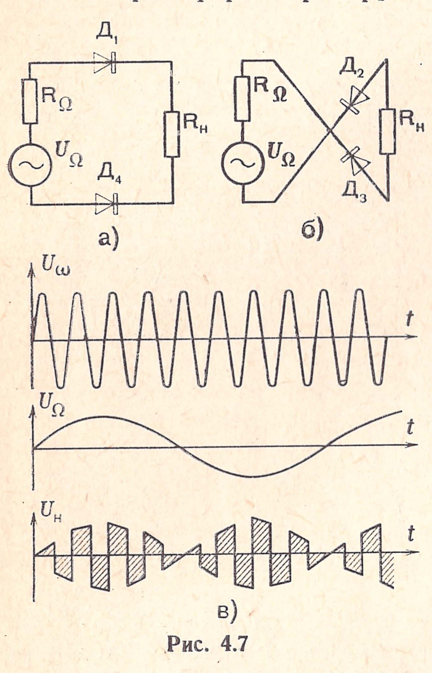


Рис. 4.7

В аппаратуре В-3-3 применена схема с активными сопротивлениями (резисторы R_4, R_5, рис. 4.6). Как известно, любой преобразователь ограничивает амплитуды, если напряжение низкочастотного сигнала превышает величину напряжения несущей частоты. Объясняется это тем, что с увеличением амплитуды преобразуемого (низкочастотного) напряжения уменьшается процентное содержание полезной частотной составляющей $F+f$ либо $F-f$ в спектре выходного сигнала.

Перевод модулятора в режим ограничения достигается подключением источника сигнала и нагрузки к отводам трансформатора рис. 4.6 (закорачивают гнезда «б» и «в» перемычкой). Это приводит к увеличению напряжения преобразуемого низкочастотного сигнала на диодах и, следовательно, к изменению порога ограничения. При монтаже модулятора необходимо соблюдать общие правила, описанные выше. Трансформатор $Тр_1$ наматывается на пермалоевом сердечнике из материала марки 79 НМ с толщиной

ленты 0,1 мм, тип и размер сердечника — Ш5×7,5. Первичная обмотка (*1—3*) имеет 700 витков провода ПЭЛ-0,05 с отводом (*2*) от 400-го витка. Вторая и третья обмотки *4—6* содержат 500 витков провода ПЭВ-2-0,08 и наматываются вместе двумя проводами. Трансформатор $Тр_2$ наматывается на сердечнике из электротехнической стали Э-46 с толщиной ленты 0,35. Первичная обмотка трансформатора *1—3* содержит 520 витков провода ПЭВ-2-0,1 с отводом *2* от 292-го витка. Вторая и третья обмотки наматываются вместе и содержат по 371 витку провода ПЭВ-2-0,1.

ЗАДАНИЕ

Произвести проверку в режимах без ограничения и с ограничением модулятора станции В-3-3 заводского изготовления.

При работе без ограничения, клеммы «а» и «б» трансформаторов $Тр_1$ и $Тр_2$ замыкаются перемычкой. Один звуковой генератор ЗГ-10 подключается к клемме $f_{нес}$. Частота этого генератора должна быть равна 12 кГц, выходное напряжение 0,9÷1,0 В. Выход второго звукового генератора подключается к клемме «вход», на нем устанавливается частота 800 Гц и напряжение 0,5÷0,6 В. По ламповому вольтметру, подключенному к клемме «выход», определяется напряжение на выходе модулятора, оно должно быть равно 0,9÷1,0 В.

При работе в режиме ограничения амплитуды входного сигнала перемычки подключаются между клеммами «б» и «в» трансформаторов $Тр_1$ и $Тр_2$. При этом напряжение на выходе должно составлять величину 0,6÷0,7 В.

ОБНАРУЖЕНИЕ НЕИСПРАВНОСТЕЙ И НАСТРОЙКА ПРИЕМОПЕРЕДАТЧИКА АППАРАТУРЫ КРР-М

Введение. Современный уровень развития техники предъявляет все более высокие требования к системам и аппаратуре связи. Повысились требования к качеству, к надежности, компактности и простоте аппаратуры. Увеличилось количество одновременно действующих каналов. В разработках аппаратуры связи все чаще применяются полупроводниковые приборы.

Покажем на примере 30-канальной станции КРР-М эти новые принципы построения аппаратуры связи. Приемопередатчик станции КРР-М предназначен для переноса разговорных и сигнальных токов в полосу частот 312÷548 кГц. В передающем тракте образуется сигнал верхней боковой полосы частот и подавляется ток несущей частоты. В приемном тракте сигналы, поступившие по линии связи, переносятся в полосу разговорных сигнальных частот. Структурная схема приемопередатчика изображена на рис. 4.8.

Аппаратура КРР-М используется для передачи сигналов по 30 каналам по двухпроводной цепи. Полоса разговорных частот

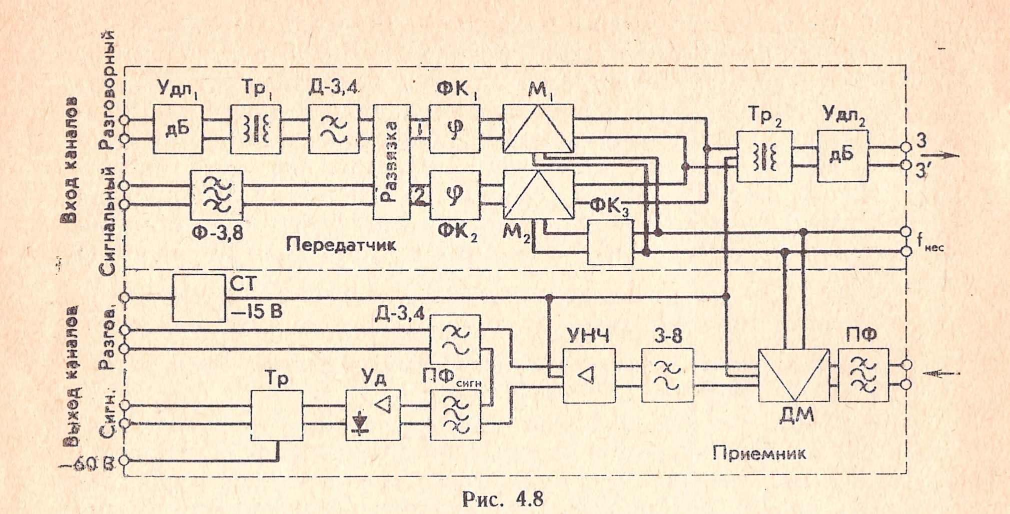


Рис. 4.8

каждого канала от 300 до 3400 Гц, полоса сигнальных частот 3750÷3850 Гц. Это полоса, в которой на сигнальной частоте 3800 Гц передаются сигналы взаимодействия: набор номера, отбой, занятие линии и т. д. В каждом передатчике и приемнике канала используется своя несущая частота, в первом канале — 312 кГц, во втором — 320 кГц и т. д., так что несущая частота каждого последующего канала отстоит от предыдущей на 8 кГц.

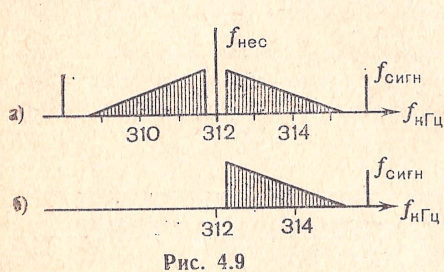


Рис. 4.9

На рис. 4.9 показаны спектр непреобразованного сигнала первого канала (рис. 4.9*а*) и спектр частот, который передается в линию (рис. 4.9*б*). Рассмотрим по схеме рис. 4.8, как осуществляется подавление сигналов нижней боковой полосы и несущей.

Приемопередатчик (рис. 4.8) состоит из собственно передатчика и приемника. Разговорные токи подаются на вход удлинителя Удл$_1$, который уменьшает коэффициент отражения сигнала. Через развязывающий трансформатор Тр$_1$ эти токи попадают на вход фильтра Д-3,4, где подавляются составляющие с частотами свыше 3400 Гц. Сигнальные токи данного канала поступают на вход передатчика в обход фильтра Д-3,4. Полосовой фильтр Ф-3,8 имеет небольшое затухание на сигнальной частоте 3800 Гц, на других частотах его затухание сильно возрастает. После фильтров Д-3,4 и Ф-3,8 сигналы разговорного и сигнального трактов объединяются при помощи развязки, имеющей два выхода *1, 2*, в которых сигналы разговорного и сигнального трактов при помощи фазовых контуров ФК$_1$ и ФК$_2$ смещаются друг относительно друга на 90° и подаются на модуляторы *М*$_1$ и *М*$_2$. На модуляторы поступает также напряжение несущей частоты, причем напряжения, которые поступают на *М*$_1$, сдвинуты по фазе на 90° относительно напряжения, поступающего на *М*$_2$. Сдвиг фазы напряжения несущей частоты осуществляется в фазовом контуре ФК$_3$.

Нагрузкой обоих модуляторов служит трансформатор Тр$_2$, в среднюю точку которого включен источник питания (второй полюс источника заземлен). В этом

трансформаторе происходит сложение токов каждого модулятора. При этом колебания верхних боковых полос складываются, а нижних вычитаются. Поскольку индуктивность трансформатора мала, низкочастотные составляющие, имеющиеся в составе выходных токов модуляторов, отфильтровываются этим трансформатором и на выход схемы не попадают. Во вторичную обмотку трансформатора включен Г-образный удлинитель Удл-2 (рис. 4.8), развязывающий отдельные каналы.

Точки *3—3* являются выходом схемы передатчика. Этот выход соединяется параллельно с выходами всех 30 передатчиков и подается на вход группового усилителя.

Вся схема, состоящая из $ФК_1$, $ФК_2$, $ФК_3$, M_1, M_2 и $Тр_2$, обеспечивает преобразование нч сигналов в вч колебания, содержащие одну (в КРР-М верхнюю) боковую полосу частот модуляции без несущего тока и называется схемой фазоразностной модуляции.

На вход приемника каждого канала воздействует сумма вч сигналов всех 30 каналов системы. Полосовой фильтр ПФ пропускает только токи данного канала с малым затуханием и искажением, ослабляя все остальные. Сигнал с выхода фильтра ПФ подается на демодулятор *ДМ*, в котором токи высокой частоты преобразуются в низкочастотные разговорные и сигнальные токи.

Фильтр Ф-3,8 отфильтровывает вч составляющие на выходе демодулятора. После усилителя низкой частоты (УНЧ) разговорные и сигнальные тракты разделяются фильтрами низкой частоты Д-3,4 и полосовым сигнальным $ПФ_{сигн}$. Выход фильтра Д-3,4 является выходом разговорного тракта.

После фильтра $ПФ_{сигн}$ включены усилитель-детектор УД и триггер приемника сигналов управления Тр (см. рис. 4.8). Триггер работает на исполнительное реле, входящее в состав релейного комплекта данного канала.

В состав платы приемника входит стабилизатор напряжения СТ (см. рис. 4.8), от которого питание поступает на весь приемопередатчик.

Принципиальная схема всего приемопередатчика приведена на рис. 4.10.

Остановимся на работе основных узлов схемы.

Схема фазоразностной модуляции. Схема фазоразностной модуляции состоит: из развязки; низкочастотных фазовых контуров $ФК_1$ и $ФК_2$; высокочастотного фазового контура (фазовращателя) $ФК_3$; двух модуляторов M_1 и M_2; выходного трансформатора $Тр_2$.

Развязка осуществляется при помощи резисторов R_0—R_2.

Каждый низкочастотный фазовый контур ФК представляет собой скрещенное звено, в ветвях которого включены параллельные $C_{14}C_{15}L_6(C_{16}C_{29}L_8)$ и последовательные $C_{10}C_{11}L_7(C_{12}C_{13}L_9)$ колебательные контуры, настроенные на одну резонансную частоту. Нагрузкой фазовых контуров являются активные сопротивления резисторов R_{13}, R_{15}, R_{10}(R_{16}, R_{17}, R_{18}).

Если не учитывать потерь в элементах, то при номинальной нагрузке такое звено не вносит затухания, но на всех частотах сдвигает фазу сигнала. На очень низких частотах этот сдвиг близок к нулю, так как весь ток проходит через катушки параллельных контуров. По мере увеличения частоты сигнала сопротивление параллельных контуров возрастает, а последовательных падает. Поэтому все большая часть тока проходит на выход через последовательные колебательные контуры и сдвиг фазы результирующего сигнала возрастает, приближаясь к 180°. На более высоких частотах реактивные сопротивления ветвей меняют знаки и фазовый сдвиг продолжает расти, стремясь в пределе к 360°. Поскольку фазовый сдвиг одного ФК непрерывно изменяется, создание постоянного сдвига 90° между каналами возможно только при помощи двух ФК; точность получаемого при этом приближения для схемы рис. 4.10 теоретически составляет 1°20′. Номинальное входное сопротивление контуров равно 1200 Ом.

Фазовращатель в цепи несущего тока $ФК_3$ (рис. 4.10) состоит из двух катушек L_{10}, L_{11} с одинаковыми индуктивностями, между которыми включен конденсатор C_{30}. Элементы вч фазовращателя рассчитываются отдельно для каждого канала.

Напряжения вч сигнала с катушек L_{10} и L_{11} подаются на вход транзисторных модуляторов M_1 и M_2 последовательно с нч сигналами, приходящими от $ФК_1$ и $ФК_2$.

Рис. 4.10

Модуляторы представляют собой балансные каскады, собранные на транзисторах T_1, T_2 (T_3, T_4), включенных по схеме с общим эмиттером. Низкочастотные сигналы с выходов $ФК_1$ и $ФК_2$ подаются на базы транзисторов. Резисторы R_{15}, R_{16} (R_{17}, R_{18}) в базовых цепях транзисторов заменяют дифференциальные входные трансформаторы и образуют заземленные средние точки. Несущий ток подается через клемму K_9 (см. рис. 4.10). Последовательно включенный в эту цепь резистор R_{31}, имеющийся в каждом приемопередатчике, служит для развязки цепей несущих токов разных каналов. На один модулятор (транзисторы T_1, T_2) несущий ток подается непосредственно, а на другой (транзисторы T_3, T_4) — со сдвигом фазы на 90°.

Транзисторный модулятор по сравнению с диодным (см. рис. 4.6) обладает высоким коэффициентом усиления. Рассмотрим принцип выделения одной боковой полосы в схеме фазоразностной модуляции аппаратуры КРР-М (рис. 4.10) на векторной диаграмме рис. 4.11. Токи несущей частоты модуляторов имеют одинаковую частоту $f_1=f_2$ и векторы $\dot{I}_{f_1}$ и $\dot{I}_{f_2}$ сдвинуты на 90°. Низкочастотный сигнал разделяется на две части, которые сдвигаются по фазе одна относительно другой также на 90° ($\dot{I}_{(f+F)1}$ и $\dot{I}_{(f-F)2}$). Каждый модулятор образует по два боковых колебания с равными амплитудами (несущие токи балансируются). Необходимый сдвиг фаз между токами несущей частоты обеспечивается контуром $ФК_3$ ($L_{10}L_{11}C_{30}$, рис. 4.10). Векторы $\dot{I}_{(f-F)}$ (нижняя боковая) и $\dot{I}_{(f+F)}$ (верхняя боковая) вращаются в разные стороны относительно вектора $\dot{I}_f$. Векторы $\dot{I}_{(f-F)2}$ и $\dot{I}_{(f+F)2}$ сдвинуты относительно $\dot{I}_{(f-F)1}$ и $\dot{I}_{(f+F)1}$ на 90°, поэтому одни из них ($\dot{I}_{(f-F)1}$ и $\dot{I}_{(f-F)2}$) вычитаются, а другие ($\dot{I}_{(f+F)1}$ и $\dot{I}_{(f+F)2}$) складываются. В результате в нагрузке модуляторов (вторичная обмотка трансформатора $Тр_2$, рис. 4.10) образуются колебания только одной верхней боковой полосы.

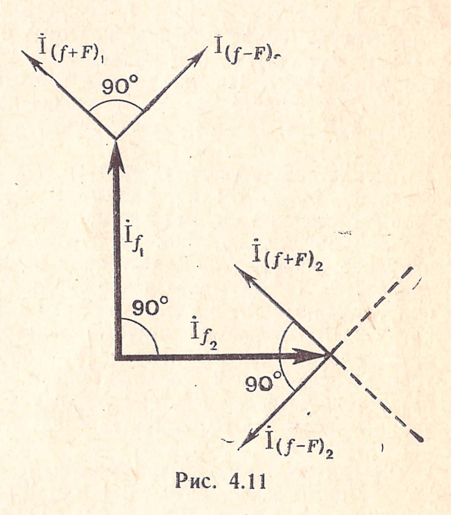


Рис. 4.11

В модуляторах используются вч транзисторы П416, которые специально подбираются в пары. В один модулятор отбираются транзисторы, коэффициенты усиления которых при токе коллектора 0,6 мА и напряжении на коллекторе — 9 В отличаются не более чем на 5%. Для балансировки плеч модуляторов используются высокоточные (прецизионные) резисторы R_{22}, R_{23}, R_{26}, R_{27}, которые подбираются при настройке.

Демодулятор приемника. Демодулятор собран по балансной схеме на транзисторах T_{10}, T_{11}, рис. 4.10. На вход его через трансформатор $Тр_5$ подается вч сигнал данного канала. Этот сигнал приходит в противофазе на базы транзисторов. Одновременно со входным сигналом вводятся вч колебания несущей частоты через развязывающий резистор R_{32}. Контур $C_{28}L_{18}R_{50}$ уменьшает отрицательную обратную связь на частотах, близких к 3400 Гц, в результате общее усиление каскада на этих частотах возрастает, компенсируя завалы характеристики фильтра Д-3,4. В результате взаимодействия сигнала на входе и сигнала несущей частоты на выходе демодулятора образуется сложный спектр колебаний, который содержит полезный нч сигнал.

Конденсаторы C_{26}, C_{27} служат для закорачивания на землю высокочастотных составляющих сигнала. На выходе демодулятора присутствуют лишь низкочастотные составляющие преобразованного входного сигнала, т. е. сигналы разговорных и сигнальных частот.

Во вторичной обмотке трансформатора $Тр_4$ включен последовательный резонансный контур $L_{17}C_{25}$, настроенный на частоту 8,0 кГц для устранения влия-

ния соседнего канала. Этот контур совместно с конденсаторами C_{26}, C_{27} образует заграждающий фильтр Ф-3,8, обозначенный на структурной схеме рис. 4.8.

Усилитель низкой частоты и фильтр Д-3,4. Усилитель нч собран по двухтактной схеме на транзисторах T_8, T_9. Резисторы R_{42}, R_{43} служат для стабилизации характеристик усилителя как по постоянному, так и по переменному току. Делитель, состоящий из резисторов R_{46}, R_{47}, определяет режим работы каскада по постоянному току. Резисторы R_{44}, R_{45} и R_{56}, включенные параллельно базовым цепям транзисторов, служат для регулировки коэффициента усиления усилителя. Во вторичную обмотку выходного трансформатора $Тр_3$ включен фильтр Д-3,4 ($R_{41}L_{14}C_{21}C_{20}L_{13}C_{19}L_{12}C_{17}$). Этот фильтр задерживает токи с частотами свыше 3400 Гц. С выхода (клеммы $К_{18}$, $К_{19}$) снимаются токи разговорных частот. Последовательно с первичной обмоткой выходного трансформатора включен полосовой фильтр ПФ для выделения тока сигнальной частоты 3800 Гц. Фильтр ПФ состоит из индуктивности L_{16} и реактивных элементов C_{22}, C_{23}, C_{24}, L_{15}. На частотах до 3400 Гц фильтр ПФ имеет очень малое и почти чисто индуктивное сопротивление, поэтому падение напряжения разговорных частот на нем незначительно и практически вся мощность этих токов попадает в разговорный тракт. На сигнальной частоте 3800 Гц сопротивление фильтра резко возрастает, вместе с этим значительно уменьшается входное сопротивление фильтра Д-3,4. Поэтому вся мощность сигнальных токов попадает в сигнальный тракт.

Усилитель-детектор и триггер. На вход усилителя-детектора (база транзистора T_7, рис. 4.10) поступают импульсы колебаний частоты 3800 Гц. Транзистор T_7 без сигнала закрыт положительным смещением на базу. Это положительное напряжение дает делитель из резисторов R_{38}, R_{39}. Когда амплитуда входного синусоидального сигнала превышает положительное смещение на базе, транзистор T_7 открывается и в его коллекторной цепи начинают протекать однополупериодный ток с частотой 3800 Гц. Конденсатор C_{18} вместе с сопротивлением нагрузки R_{37} образуют обычный фильтр, сглаживающий эти импульсы в посылки постоянного тока. Последние управляют работой триггера. Триггер собран на транзисторах T_5 и T_6, положительная обратная связь в нем осуществляется через общий резистор R_{35}, включенный в эмиттеры обоих транзисторов. В коллекторной цепи транзистора T_5 включено исполнительное реле (клеммы $К_{14}$, рис. 4.10).

Когда нет сигнала, транзистор T_7 закрыт, транзистор T_6 открыт и доведен до насыщения отрицательным потенциалом коллектора T_7. В этом состоянии транзистор T_5 заперт, и ток через исполнительное реле не протекает.

При подаче импульсных посылок на вход транзистор T_7 открывается и триггер опрокидывается. Теперь закрытым оказывается транзистор T_6, а транзистор T_5 открытым и насыщенным, в результате чего срабатывает реле, включенное в коллекторную цепь транзистора.

Питание триггера осуществляется от источника постоянного тока с напряжением 60 В. Модулятор передатчика, демодулятор и усилитель нч приемника питаются от источника постоянного тока с напряжением 15 В.

ЗАДАНИЕ

Изучить конструкцию и органы управления аппаратуры КРР-М. Включить приемопередатчик, произвести его проверку и настройку. Отыскать и устранить неисправность, намеренно внесенную преподавателем.

Подключение приемопередатчика к источникам питания, к индивидуальным генераторам несущих частот и к общему низкочастотному генератору сигнальной (3800 Гц) и разговорной (800 Гц) частот осуществляется тумблерами, выведенными на специальную панель и снабженными соответствующими надписями.

Источники питания подключаются только после внимательного внешнего осмотра устройства и устранения замеченных неисправностей.

Настройка начинается с проверки режимов работы каскадов по постоянному току [1]. Эта проверка осуществляется в такой последовательности:

— включить тумблер «—15 В» (при этом питание подается на модулятор, демодулятор и УНЧ);

— один конец тестера (Ц-435) подключить к общей точке (корпус рис. 4.10), другой последовательно подключать к коллекторам и эмиттерам транзисторов T_1, T_2, T_3, T_4, T_8, T_9, T_{10} и T_{11};

— записать показания прибора и сверить их с приведенными в табл. 4.1 значениями.

Значения тока коллектора нужно проверить только в УНЧ (транзисторы T_8, T_9, рис. 4.10), для этого необходимо:

— выключить тумблер «—15 В»;

— отпаять провод от клеммы *5* трансформатора Tp_3;

— в разрыв цепи включить миллиамперметр постоянного тока с соответствующим пределом (можно использовать Ц-435);

— включить тумблер «—15 В» и снять показания прибора.

Ток в транзисторе T_9 проверяется в той же последовательности, но отпаивать нужно клемму *8* от трансформатора Tp_3.

Если значения измеренных напряжений и токов расходятся с приведенными в табл. 4.1 более чем на 20%, необходимо выявить и устранить причину неисправности.

Для этого, прежде всего, необходимо проверить правильность монтажа того узла, где обнаружено значительное расхождение измеренных и табличных величин.

Отметим наиболее характерные неисправности и их отличительные признаки.

Неисправности общего характера. 1. Все коллекторные напряжения в 1,5—2 раза больше приведенных в табл. 4.1. Эта неисправность может быть результатом выхода из строя или отсоединения от схемы стабилитрона Д814Б ($Д_4$, рис. 4.10). При обнаружении такой неисправности необходимо:

ТАБЛИЦА 4.1

Транзистор	Напряжение коллектор —общая точка, В	Напряжение эмиттер—общая точка, В	Ток коллектора, мА
$T_1 - T_4$	—9	0	—
T_{10}, T_{11}	—9	0	—
T_8, T_9	—9	—0,5	5
T_7	—60	—0,3	—
T_5	—60	—1,1	—
T_6	—1,5	—1,1	10

[1]) При проверке режимов работы по постоянному току переключатели «Сигн. кан.» и «Разгов. кан.» должны находиться в положении «Выкл.».

— отключить питание тумблером «—15 В»;
— проверить надежность паек стабилитрона;
— выпаять из схемы стабилитрон и проверить его омметром. Если при подключении омметра к стабилитрону в обоих направлениях его сопротивление будет равно бесконечности, значит стабилитрон сгорел.

2. Все коллекторные напряжения значительно меньше приведенных в табл. 4.1. Причин такого рода неисправности может быть несколько, отметим наиболее вероятные: пробит стабилитрон Д814Б ($Д_4$ рис. 4.10), пробит один из конденсаторов C_{26} или C_{27}.

При проверке стабилитрона и конденсаторов необходимо:
— отключить питание «—15 В»;
— выпаять стабилитрон и проверить его омметром. При пробое стабилитрона показания омметра в обоих направлениях будут приблизительно одинаковыми и составляют несколько Ом;
— при целом стабилитроне выпаять один конденсатор, а затем, если первый окажется хорошим, второй и проверить их омметром.

Если при проверке конденсатора стрелка омметра несколько отклонится, а затем вернется на отметку ∞, фиксируя процесс заряда конденсатора, то конденсатор цел, если же стрелка не вернется на отметку ∞ и этим укажет на плохое качество диэлектрика, то конденсатор следует заменить. При проверке исправности элементов омметром нельзя касаться руками токоведущих концов тестера, в противном случае стрелка тестера отклонится, так как сопротивление кожи человека не бесконечно.

Неисправности отдельных узлов. 1. Напряжение эмиттер — общая точка значительно больше табличных. Эта неисправность может быть результатом пробоя (короткое замыкание) перехода коллектор-эмиттер транзистора. В УНЧ (транзисторы T_8, T_9 на рис. 4.10), такая неисправность может быть результатом значительного увеличения сопротивления резистора R_{47} или уменьшения R_{46} по отношению к номинальному. Кроме того, увеличение напряжения эмиттер — общая точка в каскаде УНЧ может иметь место из-за увеличения сопротивления резисторов R_{42}, R_{43} по отношению к номинальному.

2. Ток в цепи коллектора транзистора T_8 или T_9 не равен значению, приведенному в табл. 4.1. Увеличенное значение тока может быть результатом уменьшения сопротивления резистора R_{46} или увеличения R_{47} по отношению к номинальному. Уменьшенное значение тока является результатом увеличенного значения сопротивления резистора R_{46} или уменьшенного значения R_{47} по отношению к номинальному.

3. Токи в коллекторной цепи транзисторов T_8 и T_9 отличаются друг от друга более чем на 10%. При этом нужно проверить величины сопротивлений резисторов R_{42}, R_{43} омметром, предварительно выпаяв их, и если они равны номинальным, то выпаять транзисторы и подобрать к одному из них транзистор с таким

же коэффициентом усиления β. Коэффициент усиления транзистора измеряется в схеме с общим эмиттером при коллекторном напряжении — 9 В и токе 5 мА.

Проверять отдельные каскады на соответствие принципиальной схеме, отпаивать элементы необходимо при отключенном питании. Исправность транзистора проверяется на специальном приборе (например, Ц-434). После определения и устранения неисправностей в блоках модулятора, демодулятора и усилителя, следует приступить к проверке триггера. Для этого необходимо:

— включить тумблер «—60 В»;

— один конец тестера Ц-435 подключить к общей точке, а другой последовательно подключать к эмиттерам и коллекторам транзисторов T_5, T_6 и T_7;

— записать показания прибора и сверить их с приведенными в табл. 4.1 значениями.

При определении тока к коллекторной цепи транзистора T_6 необходимо:

— выключить тумблер «—60 В»;

— отпаять один конец резистора R_{34};

— в разрыв цепи включить миллиамперметр постоянного тока с соответствующим пределом измерения (Ц-435);

— включить тумблер «—60 В», снять и записать показание прибора, сравнив его с приведенными в таблице.

Отметим наиболее характерные неисправности триггера и способы их устранения.

1. Если напряжение на коллекторах транзисторов T_7 и T_5 значительно меньше приведенного в табл. 4.1 и в то же время коллекторное напряжение на транзисторе T_6 значительно больше табличного, то это может быть результатом пробоя конденсатора C_{18}, или перехода коллектор—эмиттер, или коллектор — база транзистора T_7.

2. Увеличенный по сравнению с табличным ток коллектора транзистора T_6 является результатом уменьшения, по отношению к номинальному, сопротивления резистора R_{34}.

После проверки всех режимов и устранения неисправностей необходимо приступить к проверке и настройке каскадов по переменному току. Проверка приемопередатчика включает в себя определение величин и формы переменных напряжений в различных точках схемы, определение сдвига фаз низкочастотного сигнала на входе балансных модуляторов и определение сдвига фаз высокочастотного сигнала несущей частоты в опорной цепи балансных модуляторов.

Так как настраивается приемопередатчик по переменному току только после проверки режимов и устранения неисправностей по постоянному току, то в дальнейшем описании настройки полагается, что он по постоянному току настроен (все режимы соответствуют приведенным в табл. 4.1).

Проверка работы передатчика. Проверка разговорного канала. При проверке разговорного канала, напряжение $u_{вх}=1,2$ В ча-

стоты 800 Гц подается на клеммы $К_1$, $К_2$ (см. рис. 4.10) передатчика. Ток разговорной частоты, преобразованный и усиленный в модуляторе, с выхода передатчика (клеммы $К_7$, $К_8$) подается на специальные усилители, которые имеются в аппаратуре КРР-М, но в данном руководстве не рассматриваются. С выхода этих усилителей ток разговорной частоты поступает на вход приемника (клеммы $К_{11}$, $К_{13}$) и после демодулятора и усилителя нч из-за избирательных свойств контуров «Д-3,4» и «$ПФ_{сигн}$» (см. рис. 4.8) на выход.

Последовательность проверки разговорного канала следующая:

1. Включить тумблер «—15 В» питания приемопередатчика.

2 Тумблер «$f_{нес}$» установить в положение «Вкл».

3. Переключатель «Разгов. кан.» установить в положение «Вкл».

4. Переключатель «Режим раб.» установить в положение «800».

При этом напряжение разговорной частоты поступит на вход передатчика (клеммы $К_1$, $К_2$). Последовательно подключая вход лампового вольтметра к точкам, указанным в табл. 4.2, измерить величины напряжений в этих точках. Если величины измеряемых напряжений будут отличаться более чем на 20% от табличных, необходимо найти и устранить неисправность. Правило пользования ламповым вольтметром необходимо разобрать по инструкции. В технике дальней связи измерения обычно производятся неперметром. Неперметр измеряет не абсолютную величину напряжения, а относительную $\alpha = \ln(U_x/U_0)$, где $U_0 = 0{,}775$ В — эталонная величина напряжения. Это имеет смысл для уменьшения влияния наводок на высокоомный вход измерительного прибора, поэтому в табл. 4.2 кроме абсолютных значений приведены и значения уровней в неперах, здесь же приведены эти же значения уровней сигнала в децибелах.

5. Определить фазовый сдвиг между низкочастотными сигналами (800 Гц) на входах модуляторов и высокочастотными несущими сигналами на модуляторах.

Фазовые сдвиги определяются при помощи электронного осциллографа (С1-5) по фигуре Лиссажу. Для этого нужно включить электронный осциллограф и переключатель рода работы канала горизонтальной развертки поставить в положение «Усиление». После появления светящейся точки на экране отрегулировать ее яркость, фокусировку и сместить в центр экрана на пересечение вертикальной и горизонтальной осей масштабной сетки. При определении сдвига фаз между низкочастотными напряжениями сигнальной частоты необходимо канал вертикальной развертки осциллографа подключить к точке «В» и общей точке (корпусу) передатчика (см. рис. 4.10), а канал горизонтальной развертки — к точке «Д» и также к корпусу. При этом провода, идущие от общей точки осциллографа необходимо присоединять к общей точке приемопередатчика. После подключения осциллографа следует установить на нем усиление по вертикальному и

ТАБЛИЦА 4.2

Точки схемы, в которых производятся измерения	Значения уровней сигнала в передатчике и приемнике		
	U_x, мВ	$\alpha = \ln (U_x/U_0)$ Нп	$\alpha_1 = 20 \lg \times (U_x/U_0)$ дБ
Вход передатчика (кл. K_1, K_2)	180	—1,145	—12,5
Резистор R_4	110	—1,95	—16,8
Конденсатор C_4	100	—2,04	—17,5
Конденсатор C_5	85	—2,2	—18,9
Конденсатор C_8	81	—2,25	—19,4
Резистор R_7	80	—2,27	—19,5
Резистор R_{13} (точки ВГ)	40	—2,96	—19,8
Резистор R_{14} (точки ДЕ)	40	—2,96	—19,8
Выход передатчика (кл. K_{67}, K_8)	26	—3,39	—29,2
Вход приемника (кл. K_{11}, K_{13})	100	—2,04	—17,5
Резистор R_{51}	56	—2,62	—22,5
База T_{10} — база T_{11}	130	—1,78	—15,3
Коллектор T_{10} — коллектор T_{11}	1500	0,66	5,69
База T_8 — база T_9	900	0,149	1,28
Коллектор T_8 — коллектор T_9	6000	2,04	17,5
Резистор R_{41}	3100	1,38	11,9
Конденсатор C_{19}	1800	0,842	7,25
Выход приемника (кл. K_{18}, K_{19})	1280	0,501	4,3

горизонтальному каналам так, чтобы получить на экране достаточно крупное изображение окружности или эллипса в центре экрана. Угол сдвига фаз между измеряемыми напряжениями определяется по формуле $\varphi = \arcsin l/L$, где l — отрезок, отсекаемый эллипсом на любой оси, L — проекция эллипса на эту же ось.

Сдвиг фаз между напряжениями несущей частоты, поданными на модуляторы, определяется также с помощью электронного осциллографа (С1-5) по фигуре Лиссажу, но теперь вход вертикальной развертки подключается к катушке индуктивности L_{10}, а вход горизонтальной — к катушке L_{11} при соблюдении отмеченных выше правил соединения общих точек осциллографа и схемы.

Проверка сигнального канала. После проверки работы разговорного канала необходимо определить, работает ли сигнальный канал. Для этого:

— вход лампового вольтметра следует подключить к точкам «А», «Б» (рис. 4.10);

— переключатель «Разгов. кан.» поставить в положение «Выкл.», а переключатель «Сигн. кан.» — в положение «Вкл.»;

— переключатель «Режим раб.» поставить в положение «3800 Гц», при этом на вход сигнального канала от специального генератора нч подается частота 3800 Гц;

— измерить ламповым вольтметром напряжение между точками «А», «Б» (см. рис. 4.10). Это напряжение должно быть равно 70 В.

Поскольку общий тракт передатчика, включающий фазовые контуры, модулятор и выходной трансформатор, проверялись с разговорным каналом, то его проверка с сигнальным каналом не обязательна.

Основные неисправности передатчика, методы их определения и устранения. Основные неисправности передатчика при проверке его разговорного канала определяются и устраняются согласно табл. 4.3.

Сдвиг фазы между низкочастотными и высокочастотными сигналами, поданными на модулятор, должен быть в обоих случаях близок к 90°. Блок низкочастотных фильтров $ФК_1$ и $ФК_2$ тщательно настроен на заводах и в лабораторных работах искать неисправности в этом блоке не разрешается. Поэтому, если обнаружено, что сдвиг фазы между нч сигналами значительно отличается от 90°, то необходимо обратиться к преподавателю. Если фазовый сдвиг между вч сигналами отличается от 90°, то нужно проверить исправность конденсатора C_{30} и его соответствие номиналу.

При исправном модуляторе форма напряжения на выходе передатчика должна быть близка к синусоидальной, а ее частота должна незначительно отличаться от несущей частоты данного канала. Напряжение на выходе передатчика определяется ламповым вольтметром, а его форма и частота осциллографом. Если напряжение на выходе передатчика равно или близко к нулю, то необходимо проверить исправность резисторов R_{29}, R_{30}.

Проверка работы приемника. При проверке работы приемника так же, как и при проверке передатчика, отдельно настраивается сигнальный и разговорный каналы. На вход приемника ($К_{11}$ рис. 4.10) подаются сигнальные и разговорные частоты всех 30 каналов, усиленные в групповом тракте. Полосовой фильтр приемника пропускает лишь частоты своего канала, подавляя все остальные.

При проверке разговорного канала приемника необходимо:

— ключить тумблер питания аппаратуры «—1 В»;

— переключатель «Сигн. кан.» поставить в положение «Выкл.»;

— переключатель «Разгов. кан.» поставить в положение «Вкл.»;

— переключатель «Режим раб.» поставить в положение «800 Гц»;

— переключатель «$f_{нес}$» поставить в положение «Вкл.».

Последовательно подключая вход лампового вольтметра к точкам схемы, указанным в табл. 4.3, измерить величины напряже-

ТАБЛИЦА 4.3

Точки схемы, в которых производятся измерения	Величина напряжения по отношению к табличным данным	Причина неисправности и методы устранения
1	2	3
Вход передатчика (кл. K_1, K_2)	Больше	Большое напряжение на выходе вч генератора. Обратиться к преподавателю.
	Меньше	Маленькое напряжение на выходе вч генератора. Обратиться к преподавателю
Резистор R_4	Больше	Сгорел резистор R_1 или R_4. Уменьшились по отношению к номинальным величины сопротивлений R_2, R_3. Последовательно выпаивая сопротивления из схемы, проверять их омметром.
	Меньше	Сгорел резистор R_2 или R_3. Увеличились по отношению к номинальным величины сопротивлений R_1, R_4. Последовательно выпаивая сопротивления из схемы, проверять их омметром
Конденсаторы C_4, C_5, C_8 Резистор R_7	Больше	1. Неисправен контур L_1C_3; L_4C_7; L_5C_9. 2. Пробита катушка индуктивности L_3. Обратиться к преподавателю. 3. Большая наводка на вход лампового вольтметра. Поменять местами измерительные провода, не касаться пальцами токопроводящих концов. 4. Увеличена по отношению к номинальному величина сопротивления R_7. Выпаять и проверить резистор омметром
	Меньше	1. Пробит тот конденсатор, напряжение на котором меньше табличного. Выпаять конденсатор из схемы и проверить омметром. 2. Уменьшена по отношению к номинальному величина сопротивления R_7. Выпаять и проверить сопротивление омметром. 3. Неисправен контур L_1C_3; L_4C_7 или L_5C_9. Обратиться к преподавателю
Резистор R_{13} (точки ВГ). Резистор R_{14} (точки ДЕ)	Больше	1. Большая наводка на вход лампового вольтметра. Поменять местами концы, не касаться токоведущих проводов. 2. Увеличены, по отношению к номинальным, величины сопротивлений R_{13}, R_{14}, R_{15}, R_{16}, R_{17}, R_{18}. Поочередно выпаивая резисторы из схемы, проверить их омметром
	Меньше	1.Уменьшены, по отношению к номинальным, величины сопротивлений R_{13}, R_{14}, R_{15}, R_{16}, R_{17}, R_{18}. Поочередно выпаивая резисторы из схемы, проверить их омметром

1	2	3
Выход передатчика (клеммы $К_7$, $К_8$)	Больше	1. Увеличены, по отношению к номинальным, величины сопротивлений R_{29} или уменьшена величина R_{30}, R_{31}. Поочередно выпаивая резисторы из схемы, проверить их омметром. 2. Напряжение несущей частоты (клеммы $К_9$, $К_5$) больше 1,2 В. Обратиться к преподавателю
	Меньше	1. Уменьшены, по отношению к номинальным, величины сопротивлений R_{21}, R_{29} или увеличены — R_{30}, R_{31}. Поочередно выпаивая резисторы из схемы, проверить их омметром. 2. Неисправен трансформатор $Тр_2$, контур $L_{10}L_{11}C_{30}$. Обратиться к преподавателю. 3. Вышел из строя транзистор $Т_1 \div Т_4$. Поочередно выпаивая транзисторы из схемы, проверить их на специальном приборе

ний в этих точках. Если величины измеряемых напряжений будут отличаться от табличных более чем на 20%, то необходимо выявить и устранить неисправность.

Для проверки сигнального тракта необходимо:

— переключатель «Режим раб.» поставить в положение «3800 Гц»;

— переключатель «Сигн. кан.» поставить в положение «Вкл.»;

— переключатель «Разгов. кан.» поставить в положение «Выкл.»;

— включить тумблер «—60 В».

При исправном сигнальном канале приемника и исправном триггере реле на выходе триггера должно сработать. При этом на пульте загорится красная лампочка. Если этого не произойдет, то при исправном разговорном канале приемника неисправность следует искать в схеме триггера.

Одновременно со снятием показаний при помощи лампового вольтметра необходимо каждый раз, пользуясь осциллографом, зарисовывать формы сигналов на выходе демодулятора, усилителя и на выходе разговорного канала.

Основные неисправности приемника. Методы их определения и устранения. Основные неисправности приемника при проверке разговорного канала определяются и устраняются согласно табл. 4.4.

ТАБЛИЦА 4.4

Точки схемы, в которых производятся измерения	Величина напряжения по отношению к табличным данным	Причина неисправности и методы устранения
1	2	3
Вход приемника (кл. $К_{11}$, $К_{13}$)	Больше	1. Большое напряжение на выходе группового усилителя. Обратиться к преподавателю. 2. Наводка на вход лампового вольтметра. Поменять местами измерительные провода, не касаясь пальцами токоведущих концов
	Меньше	1. Маленькое напряжение на выходе группового усилителя. Обратиться к преподавателю
Резистор R_{51}	Больше Меньше	1. Изменилась, по отношению к номиналу, величина сопротивления. Выпаять резистор и проверить омметром
База $Т_{10}$—база $Т_{11}$	Больше	1. Увеличены, по отношению к номиналу, величины сопротивлений R_{48}, R_{49}. Выпаять резисторы и проверить омметром
	Меньше	1. Уменьшены, по отношению к номиналу, величины сопротивлений R_{48}, R_{49}, R_{50}. 2. Пробит конденсатор $С_{28}$. 3. Пробит переход коллектор—база транзистора $Т_{10}$, $Т_{11}$. Поочередно выпаивая элементы, проверить их.
Коллектор $Т_{10}$—коллектор $Т_{11}$	Меньше	1. Пробит конденсатор $С_{26}$, $С_{27}$. 2. Испорчен транзистор $Т_{10}$, $Т_{11}$. Поочередно выпаивая элементы, проверить их. 3. Короткое замыкание в обмотке трансформатора. Трансформатор выпаивается и под наблюдением преподавателя измеряется ток холостого хода
Коллектор $Т_8$—коллектор $Т_9$	Больше	1. Велик коэффициент усиления. Отрегулировать ручкой «усиление» на плате приемопередатчика
	Меньше	1. Мал коэффициент усиления. Отрегулировать. 2. Неисправны транзисторы $Т_8$, $Т_9$. Выпаять и проверить
Резистор R_{41}	Больше Меньше	Изменилось по отношению к номиналу значение сопротивления R_{41}. Выпаять резистор R_{41} и проверить омметром
Конденсатор $С_{19}$	Больше	1. Неисправен фильтр Д-3,4. Обратиться к преподавателю
Выход приемника (кл. $К_{18}$, $К_{19}$)	Меньше	1. Пробит конденсатор $С_{19}$. Выпаять и проверить омметром. 2. Неисправен фильтр Д-3,4. Обратиться к преподавателю.

Глава 5.

Новые узлы и технология монтажа аппаратуры

Появление полупроводниковых приборов и быстрое, почти повсеместное вытеснение электронных ламп привело к кардинальному изменению не только схем, но также технологии производства и ремонта электронной аппаратуры.

В период расцвета ламповой электроники различные радиоустройства имели своей основой металлическое шасси или каркас, на котором устанавливали различные компоненты и соединяли их между собой проводным монтажом. Относительно низкая надежность компонент производства тех лет заставляла так конструировать приборы и устройства, чтобы в случае повреждения, которые случались довольно часто, любой компонент можно было бы без особых затруднений заменить. Особенно часто приходилось заменять электронные лампы, так как срок надежной их службы ограничен $700 \div 1000$ часами.

Переход к транзисторам заставил в корне пересмотреть принципы конструирования. Большой срок службы транзисторов, малые их габариты и значительное увеличение надежности остальных компонент позволило почти полностью устранить необходимость ремонта. Разработана прогрессивная технология печатного монтажа. Печатный монтаж, правда, требует более высокой культуры производства, но, практически, исключает монтажные ошибки в серийном производстве, доставлявшие ранее много хлопот при проволочном монтаже. Печатный монтаж намного ускорил и удешевил процесс производства, открыл хорошие перспективы автоматизации изготовления. Благодаря этому применение печатного монтажа существенно снижает затраты ручного труда, а главное — позволяет более плотно размещать компоненты и соответственно сокращать габариты аппаратуры.

Приемы изготовления печатных плат прошли большой путь усовершенствования. Сначала делали односторонние платы, но очень скоро был освоен двухслойный, а затем и многослойный печатный монтаж. Совершенствовались и материалы, так что к настоящему времени печатный монтаж является уже детально разработанным технологическим процессом.

В начале 50-х годов получили применение так называемые модульные конструкции — небольшие изоляционные платы со смон-

тированным на них небольшим числом компонентов. Каждый модуль представлял собой, как правило, некоторый законченный функциональный узел: фильтр, один или несколько каскадов усилителя, триггер и т. п. Для защиты от повреждений и влияния внешней среды такой модуль зачастую закрывали металлическим или пластмассовым кожухом либо заливали специальной смолой, способной работать, не вызывая потерь на самых высоких частотах. В результате этого получились как бы новые компоненты, более сложные в конструктивном и функциональном отношении. Они так же, как и обычные радиодетали, снабжены жесткими выводами, пригодными для впаивания в платы с печатным монтажом.

Следует признать, что модули не получили все же широкого распространения, так как, не достигнув массового применения, были вытеснены микроэлектронными элементами. Некоторое время такая методика конструирования все же развивалась, в частности, были разработаны конструкции с несколькими платами. Платы проектировались таким образом, чтобы их выводы выходили на торцы. После изготовления отдельных плат их складывали пакетом, снаружи напаивали соединительные перемычки и выводные проводники, объединявшие все платы в одно устройство, а затем все вместе заливали специальной смолой.

В отличие от модульных конструкций печатные схемы с навесными, запаиваемыми при сборке деталями, получили самое широкое распространение и вскоре были разработаны приемы ремонта радиоаппаратуры применительно к печатному монтажу. Чаще всего при таком ремонте приходится заменять пробитые или выгоревшие соединения в печатном монтаже и заменять их напаиваемой проволочной перемычкой. Поврежденные компоненты удаляют, перекусывая проводнички выводов, извлекая остатки этих выводов из отверстий, и впаивают на это же место новые компоненты. Для таких работ были созданы более миниатюрные инструменты, в частности, паяльники меньшей, чем обычно, мощности с тонким жалом. Для облегчения работ по удалению поврежденных компонент придуманы специальные паяльники с отсосом припоя. Этот отсос осуществляют через медную трубку, закрепленную на паяльнике так, что один конец ее оказывается у платы в районе жала паяльника, а другой — у ручки, к которой прилажена резиновая груша.

Непрерывно возраставшие требования к надежности аппаратуры заставили ученых и производственников искать принципиально новые конструктивные и технологические решения. В результате исследовательских работ уже к началу 60-х годов появились первые микроэлектронные конструкции, кардинально изменившие подход к проектированию радиоэлектронных устройств. Как результат этих исследований, получили широкое распространение тонкопленочные и интегральные полупроводниковые микросхемы.

Тонкопленочными микросхемами называют миниатюрные конструкции, в которых на поверхности плоского диэлектрика (пас-

сивной подложки) за один технологический цикл, включающий ряд последовательных операций (как при печатном монтаже), наносят металлические, изоляционные и резистивные пленки определенного рисунка, в результате чего образуется нужная схема. Наиболее распространены приемы, при которых пленки получают в вакуумных установках в результате испарения материала и осаждения на подложку из стекла или особой керамики — ситалла.

Тонкопленочные схемы получаются весьма компактными. Например, сейчас в стандартном корпусе помещают до 25—30 компонент (не считая соединений) на подложке размером 0,7×1,5 см, а ширина соединительных металлических полосок составляет от 50 до 20 мкм. Для оценки последней цифры стоит вспомнить, что диаметр человеческого волоса составляет примерно 60 мкм.

Пока имеются затруднения в том, чтобы по подобной технологии изготовлять одновременно с другими элементами схемы также транзисторы и диоды. В связи с этим сейчас получили распространение так называемые гибридные микросхемы. В них соединительные проводники, резисторы и конденсаторы выполняют по тонкопленочной технологии, а транзисторы и диоды, изготовленные отдельно, но в микроэлектронном бескорпусном исполнении, присоединяют уже позже, пользуясь специальными технологическими приемами, например, микросваркой. Эту операцию приходится выполнять, пользуясь микроманипуляторами и бинокулярным микроскопом. Считается, что гибриднопленочные микросхемы будут находить себе применение и впредь, но преимущественно для тех узлов, которые потребуется изготавливать сравнительно небольшими сериями.

Для крупносерийного выпуска более перспективными представляются полупроводниковые интегральные схемы (ИС). Первоначально ИС получили применение в форме микромодулей. На миниатюрной пластинке полупроводникового кристалла (активной подложке) площадью менее 1 мм² размещали до 10, а впоследствии и до 100 компонент, включая транзисторы и диоды, причем последние формируют из участков подложки одновременно с остальными компонентами в ходе технологического процесса. Заделывая такой кристалл в металлический или пластмассовый герметичный корпус с большим числом выводов, получают новую сложную радиодеталь, которую подобно другим навесным деталям можно впаять в плату с печатным монтажом для получения законченного устройства или сложного функционального узла.

Для того чтобы получить представление о трудностях, которые приходится преодолевать при изготовлении интегральных микросхем, достаточно отметить, что площадь подложки одной микросхемы в интегральном исполнении составляет от 0,07 до 0,036 мм², а пленочные линии, из которых образуются проводники схемы, имеют ширину примерно в 10 раз меньше диаметра волоса человека. Между тем непрерывно увеличивается число ком-

понент в одной ИС. Происходит дальнейшее совершенствование технологии, в частности применяют все более совершенную очистку материалов от примесей, осваивают производство все больших кусков кристалла, имеющих во всем своем объеме бездефектную кристаллическую решетку. Без такой решетки процент брака в производстве начинает катастрофически расти. Технологический процесс ведется в условиях высокой стерильности. Приходится решительно бороться с пылью. Ведь диаметр пылинок, обычно плавающих в воздухе, составляет около 3 мкм. Если такая пылинка сядет на подложку в том месте, где должен проходить соединительный проводник, то может сократить его ширину в два, а то и три раза. Кроме того, пылинка может быть из материала, который, попадая на кристалл, «отравит» его, подействует как неучтенная примесь. Ведь легирование кристалла, т. е. придание ему требуемых качеств в определенных местах, осуществляется добавкой специальных материалов в количествах, вполне соизмеримых с массой пылинки.

Для примера на рис. 5.1*а* показан внешний вид и принципиальная схема гибридного тонкопленочного элемента типа К2ГФ181,

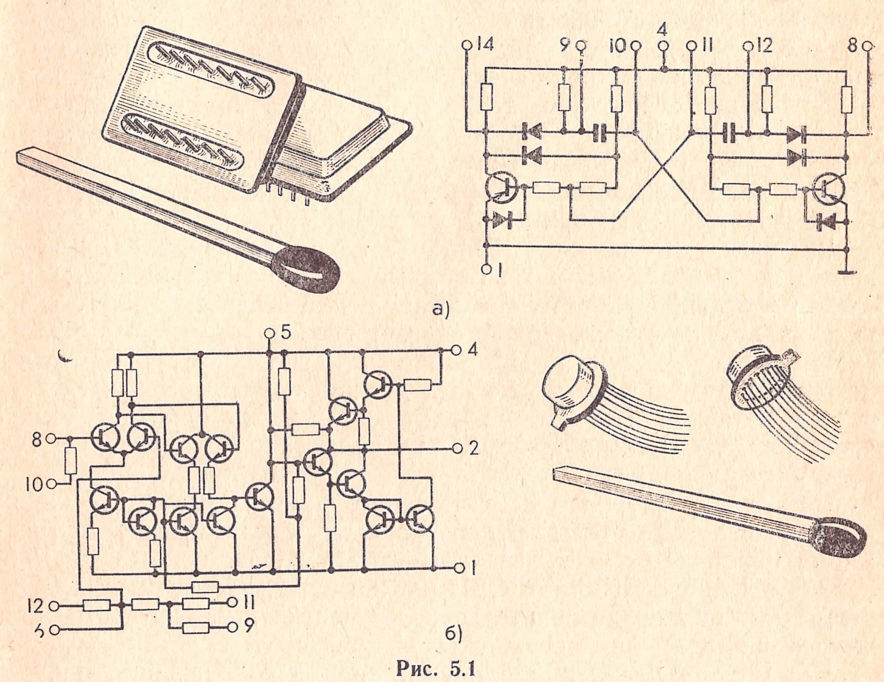


Рис. 5.1

в котором в одном корпусе размещается целый триггер. На рис. 5.1*б* также показаны внешний вид и принципиальная схема интегрального элемента типа К1УС731А, в котором помещается усилитель низкой частоты на диапазон частот 30÷20 000 Гц с коэффициентами усиления 200, и нелинейных искажений 0,5% и вы-

ходной мощностью 1 Вт. Для сравнения размеров на рисунках в том же масштабе изображена спичка.

Несмотря на перечисленные трудности к концу 60-х годов появились первые большие интегральные схемы (БИС), в которых на одной активной подложке размещалось до 1000 элементов, расположенных группами по 10—100 штук в каждой. В самое последнее время удалось освоить промышленный выпуск первых сверхбольших интегральных схем (СБИС) с числом компонент до 10 000 и более.

Следует отметить, что существует и другая терминология в оценке числа элементов в одной ИС. При этом используется понятие «степень интеграции». Так интегральная микросхема первой степени интеграции (ИС1) содержит до 10^1 элементов, второй степени интеграции (ИС2) — до 10^2 элементов и т. д. Следовательно, по этой терминологии СБИС соответствует ИС4.

Серийное изготовление ИС высокой степени интеграции наталкивается на очень большие технологические трудности, нуждается в дорогостоящем оборудовании, специальных стерильных производственных помещениях, исходных материалах исключительно тщательной очистки. Все это предопределяет высокую стоимость таких схем. Поэтому повреждение во время эксплуатации одного или нескольких элементов, входящих в ИС и выводящих из строя всю схему, является серьезной аварией, связанной с большими экономическими потерями. Если перейти к первичным в быту масштабам, то эта ситуация равноценна тому, что в современном телевизоре вывод из строя одной детали, например лампы, заставлял бы выбрасывать весь телевизор.

В таких условиях выход ищут в двух направлениях. Во-первых, в БИС закладывают резервные дополнительные схемы и в случае повреждения отдельных элементов переходят с основного участка на резервный. Такой способ, способ резервирования, известен в технике давно. Например, в метро в светофорах стоят резервные лампы и когда сгорает основная, автоматически включается запасная. Но это приводит к тому, что работает только часть наличного оборудования, что равноценно уменьшению степени интегрирования.

Во-вторых, пытаются создать новые приемы ремонта, уже на микроинтегральном уровне, используя то обстоятельство, что схемы большой степени интеграции имеют разбивку элементов по группам. Корпус БИС или СБИС вскрывают, лазерным лучом пережигают соединения поврежденного участка и на его место впаивают или приваривают ремонтную микросхему.

Как будет решена проблема устранения повреждений и будут ли вообще этим заниматься, покажет будущее.

Переход к высоким степеням интеграции вообще поставил ряд новых проблем, в частности проблему теплоотвода. Несмотря на то, что в интегральных элементах циркулируют более слабые сигналы и на каждом в отдельности компоненте выделяется намного меньше тепла, чрезвычайно плотная их упаковка сильно затруд-

няет отвод выделяющегося тепла и иногда создает перед конструкторами трудные задачи, так как местные перегревы снижают надежность устройств. Вместе с тем увеличение степени интеграции намного увеличило надежность за счет уменьшения числа разъемных соединений. Ведь при этом уменьшается число внешних связей, поскольку отдельные узлы оказываются все более функционально законченными, несмотря на усложнение схем внутри узлов.

В сложных устройствах, построенных на компонентах устарелых конструкций, приходится иметь большое число различных штепсельных соединений, которые, несмотря на все ухищрения, снижают надежность эксплуатации. А в таких устройствах, например, как вычислительные машины второго поколения (т. е. полупроводниковые с навесными деталями), число отказов из-за плохих контактов иногда составляет более 80% от всех отказов. Уменьшение числа разъемных контактов из-за увеличения степени интеграции поэтому является важным фактором в деле повышения надежности.

РАСПОЛОЖЕНИЕ ПРУЖИН В КОНТАКТНЫХ ГРУППАХ

№ пп.	Условные обозначения	Характеристика работы контактов	Схемное обозначение контактных групп	Конструктивные обозначения и номера пружин при расположении групп в рядах	
				I, III.IV	II, V
1	2	3	4	5	6
1	01 *а* *з*	Замыкание	2 1	33 17	36 21
2	02 *r* *р*	Размыкание	1 2	19 15	23 16
3	03 *u* *п*	Переключение	1 3 2	39 20 15	42 24 16
4	04 *ra* *сз*	Сдвоенное замыкание	2 3 1	39 34 17	42 37 21
5	05 *zr* *ср*	Сдвоенное размыкание	2 1 3	25 18 15	29 22 16
6	06 *ar* *зр*	Замыкание с размыканием	2 4 1 3	28 40 33 17	32 43 36 21
7	10 *rr* *рр*	Два размыкания	1 3 2 4	28 40 65 15	32 43 66 16
8	11 *zra* *срз*	Сдвоенное размыкание с замыканием	2 1 4 3	41 27 18 15	44 38 24 16

И РЕГУЛИРОВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ГРУПП

Регулировка хода якоря и контактных пружин в положениях якоря [зазоры, мм; нагрузки (давления), г]		Мин. ход якоря, мм	Номера пружин в рядах контактной группы (См. примечание)			
спокойном	рабочем					
7	8	9	10	11	12	13
2, 1; 0.5; 0.1; 13-17	2, 1; 20-25	1,1	33 17	106 096	36 21	109 100
2, 1; 20-25; 0.1	2, 1; 0.5; 20-50	1,1	19 15	098 094	23 16	102 095
3, 2, 1; 0.5; 20-25; 0.1	Затем замыкание; 3, 2, 1; 20-25; 0.4; 20-50; Сначала размыкание	1,1	39 20 15	112 099 094	42 24 16	115 103 095
3, 2, 1; 0.4; 0.1; 13-17	3, 2, 1; 20-25; 20-25; (Пруж. 3 подним.)	1,3	39 34 17	112 107 096	42 37 21	115 110 100
3, 2, 1; 20-25; 10-15; (Пруж. 3 подним.); Зазор между мостиком и лапками Пр3-0.1 Пр2-0.5	3, 2, 1; 0.3; 20-50	1,3	25 18 15	162 097 094	29 22 16	
4, 3, 2, 1; 18-22; 0.5; 5-9; Зазор между мостиком и лапкой Пр4-0.3	4, 3, 2, 1; 0.3; 20-50; 18-22	1,1	28 40 33 17	104 113 106 096	32 43 36 21	105 116 109 100
4, 3, 2, 1; 18-22; 18-22; 0.2	4, 3, 2, 1; 0.3; 20-50; 0.3; 20-50; 0,5	1,1	28 40 65 15	104 113 137 094	32 43 66 16	105 116 138 095
4, 3, 2, 1; 0.5; 18-22; 10-15; Зазор между мостиком и лапками Пр3-0.1 Пр2-0.5	Затем за[illegible]кание; 4, 3, 2, 1; 18-22; 0.3; 20-50; Сначала размыкание	1,5	41 27 18 15		44 31 22 16	

1	2	3	4	5	6
9	12 *ur* *спр*	Сдвоенное (совмещенное) переключение с размыканием		28 59 18 15	32 60 22 16
10	13 *au* *сзп*	Сдвоенное (совмещенное) замыкание с переключением		41 87 34 17	44 88 37 21
11	26 *faa* *озз*	Очередное замыкание с замыканием		41 45 49 17	44 47 50 21
12	27 *far* *озр*	Очередное замыкание с размыканием		46 53 51 17	48 54 52 21
13	28 *fra* *орз*	Очередное размыкание с замыканием		41 63 55 15	44 64 56 16
14	29 *rza* *рсз*	Размыкание со сдвоенным замыканием		41 35 20 15	44 31 22 16

7	8	9	10	11	12	13
4 3 2 1 18-22 0,4 18-22 0,1	Затем замыкание 4 3 2 1 0,3 18-22 0,3 20-50 Сначала размыкание	1,5	28 59 18 15	104 131 097 094	32 60 22 16	105 132 101 095
4 3 2 1 0,5 18-22 0,5 5-9 Зазор между мостиком и лапкой Пр3-0,1 Пр1-0,3	Затем замыкание 4 3 2 1 18-22 0,4 18-22 Сначала размыкание	1,5	41 87 34 17		44 88 37 21	
4 3 2 1 0,4 5-9 0,4 5-9 0,1	4 3 2 1 18-22 18-22 (Пруж. 3 подним.)	1,5	41 45 49 17	114 118 122 096	44 47 50 21	117 120 123 100
0,1-0,05 4 3 2 1 18-22 0,4 0,1 5-9	4 3 2 1 0,3 20-50 13-17 (Пруж. 4 подним.)	1,5	46 53 51 17	119 126 124 036	48 54 52 21	121 127 125 100
0,2-0,3 4 3 2 1 0,4-0,5 5-9 18-22 0,1	Затем замыкание 4 3 2 1 18-22 0,7 20-50 Сначала размыкание	1,3	41 63 55 15	114 135 128 094	44 64 56 16	117 136 129 095
4 3 2 1 0,4 18-22 0,1	Затем замыкание 4 3 2 1 18-22 13-17 (Пруж. 4 подним.) 0,3 20-50 Сначала размыкание	1,5	41 35 20 15	114 108 099 094	44 38 24 16	117 111 103 095

1	2	3	4	5	6
15	46 *aa* *зз*	Два замыкания	2 4 1 3	41 61 49 17	44 62 50 21
16	100 *gru* *pn*	Размыкание с переключением	1 3 5 2 4	46 149 147 65 15	48 150 148 66 16
17	102 *gau* *зп*	Замыкание с переключением	2 3 5 1 4	48 150 148 146 21	46 149 147 145 17

Примечание. Гр. 10 — старое конструктивное обозначение пружин I, старое конструктивное обозначение пружин III и V. Гр. 13 — новое конструк

7	8	9	10	11	12	13
4, 3, 2, 1; 0,5; 5-9; 0,5; 5-9; 0,2- 0,1	4, 3, 2, 1; 18-22; 18-22	1,1	41 61 49 17	114 133 122 096	44 62 50 21	117 134 123 100
5, 4, 3, 2, 1; 0,5; 18-22; 0,2 0,1	Затем замыкание; 5, 4, 3, 2, 1; 18-22; 0,4; 20-50; 0,5; 20-50; Сначала размыкание	,3	46 149 147 65 15	119 143 141 137 094	48 150 148 66 16	121 144 142 138 095
5, 4, 3, 2, 1; 0,5; 18-22; 0,5; 5-9; 0,2 0,1	Затем замыкание; 5, 4, 3, 2, 1; 18-22; 0,4; 20-50; 18-22; Сначала размыкание	1,3	46 149 147 145 17	119 143 141 139 096	48 150 148 146 21	

III, IV. Гр. 11 — новое конструктивное обозначение пружин I, III, IV. Гр. 12 — тивное обозначение пружин II и V.

НАИМЕНОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТА ДЛЯ РЕГУЛИРОВКИ ТЕЛЕФОННЫХ РЕЛЕ И ИСКАТЕЛЕЙ ДШАТС

1. Штифт с крючком для монтажных работ.
2. Ключ торцовый 6 мм.
3. Ключ торцовый 5 мм.
4. Шаблон для сборки пакетов реле РПН.
5. Ключ якорный для подгибания передней части якоря реле типа РПН.
6. Плоскогубцы монтажные.
7. Ключ гаечный накладной 5 мм для гаек реле типа РПН.
8. Отвертка 6×0,6 [1]).
9. Отвертка 5×0,5 [1]).
10. Отвертка 3×0,3 [1]).
11. Отвертка угловая 2×0,5 [1]).
12. Регулировка изогнутая для подгибания контактных пружин реле.
13. Регулировка для утолщенных контактных пружин пульс-пар.
14. Лапка регулировочная высотой 4 мм для пружин реле типа РПН.
15. Лапка регулировочная высотой 7 мм.
16. Лапка регулировочная высотой 10 мм.
17. Регулировка для подгибания направляющего угольника реле типа РПН.
18. Плоскогубцы для расклейки полукруглого контакта с одной стороны.
19. Плоскогубцы для удаления контакта.
20. То же, с двух сторон.
21. Пинцет для установки контактов в реле.
22. Ключ-вилка для правки положения пакета реле РПН.
23. Подгибалка подвижных контактных пружин реле РЭС-14.
24. Ключ для регулировки изгиба якоря реле РЭС-14.
25. Регулировка торцевая для щеток искателей.
26. Шаблон для сборки щеток ротора ШИ.
27. Шаблон для рихтовки цифрового барабана ШИ.
28. Ключ гаечный двусторонний 8 мм.
29. Ключ гаечный 9×17 мм для крепления ДШИ к статору.
30. То же, изогнутый 12×14 мм.
31. Ключ накладной 8×9 мм для ДШИ.
32. Ключ для подгибания упора ведущей собачки подъема ДШИ.
33. Отвертка специальная фигурная для щеток ДШИ.
34. Отвертка 8×0,8 [1]).
35. Регулировка для подгибания рычага якоря ДШИ.
36. Регулировка для вилки рычага переключения ДШИ.
37. Плоскогубцы для завертывания осей собачек ДШИ.
38. Развертка для отверстий якоря и собачек ДШИ.
39. Чистодел с насечкой.
40. Граммометр 0—60 г с коротким рычагом.
41. Граммометр 0—60 г с длинным рычагом.
42. Граммометр 0—150 г с коротким рычагом.
43. Молоток латунный 100 г.
44. Молоток стальной 150 г.
45. Набор щупов № 3 (от 0,003 до 0,5).
46. Набор щупов № 7 (от 0,5 до 1).
47. Надфиль плоский сечения 2×5 мм.
48. Надфиль круглый.
49. Пинцет для зачистки изоляции.
50. Приспособление для работ с ДШИ.
51. Плоскогубцы для регулировки положения щеток ДШИ.
52. Паяльник электрический 36 В.

---

[1]) Первая цифра — ширина лезвия; вторая — толщина.

НАИМЕНОВАНИЕ ИНСТРУМЕНТА И МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ РАБОТЫ С МКС

1. Лапка для регулировки контактных групп.
2. Щуп для установки скобы на якоре.
3. Чистодел.
4. Ключ для регулировки язычков стоек МКС.
5. Набор щупов № 2 от 0,02 до 0,5.
6. Щуп для установки скобы на якоре удерживающего электромагнита.
7. Лапка для регулировки язычков штанг.
8. Ключ гаечный двойной на 6 мм.
9. Ключ гаечный двойной на 7 мм.
10. Ключ для регулировки основания и якоря вертикального блока.
11. Лапка для регулировки контактных пружин МКС.
12. Лапка для регулировки пружин поля МКС.
13. Приспособление для установки осевых винтов и гаек штанги МКС.
14. Приспособление для замены выбирающих пальцев штанги.
15. Чистодел.
16. Шаблон для установки и проверки зазора УМ.
17. Вилка для фиксации штанги.
18. Шаблон для установки зазора ВМ.
19. Граммометр 0÷50 г.
20. Граммометр 0÷150 г.
21. Ткань отбеленная 5 $дм^2$.
22. Замша обтирочная 1 $дм^2$.
23. Смазка ОКБ 122—16ТУ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Е. П. Дубровский.** Абонентские устройства городских телефонных сетей. М., «Связь», 1967.
2. **Сборник** инструкций по обслуживанию АТС декадно-шаговой системы. Часть I, II и III. М., «Связь», 1970.
3. **Инструкция** по обслуживанию сооружений сельской телефонной связи. Часть II. М., «Связь», 1965.
4. **Типовой** проект организации рабочего места регулировщика декадно-шаговых АТС. Разработка лаборатории НОТ УЛГТС. Л., 1972.
5. **Л. Т. Ким, Э. З. Рапопорт.** Уплотнение городских телефонных цепей. М., «Связь», 1973.
6. **Г. П. Дивногорцев, В. А. Новиков, Ю. Д. Фарбер.** Аппаратура дальней связи. М., «Связь», 1970.
7. **Техника** связи. Аппаратура КРР-М. М., «Связь», 1971.
8. **Техника** связи. Аппаратура В-3-3. М., «Связь», 1969.
9. **С. Г. Милейковский, А. П. Морозов.** Основы дальней связи и аппаратура уплотнения сельских телефонных цепей. М., «Связь», 1969.
10. **А. В. Цыкина.** Усилители. М., «Связь», 1972.
11. **В. Л. Лебедев.** Радиоприемные устройства. Изд. 4-е. М., «Связь», 1963.
12. **В. Ф. Самойлов, В. Г. Маковеев.** Импульсная техника. М., «Связь», 1971.
13. **Г. А. Горячева.** Детали и узлы аппаратуры связи. М., «Связь», 1973.
14. **Правила** устройства электроустановок. М., «Энергия», 1965.
15. **М. М. Епанешников.** Электрическое освещение. М., Госэнергоиздат, 1960.
16. **Ю. Б. Айзенберг и В. Ф. Ефимкина.** Осветительные приборы с люминесцентными лампами. М., «Энергия», 1968.
17. **П. А. Долин.** Справочник по технике безопасности. М., «Энергия», 1964.
18. **М. С. Круглянский.** Электротехнический справочник. Белгородское изд-во, 1962.
19. **Л. Н. Смирнова, А. Н. Разуваева, Б. М. Панов.** Шнуры и провода связи. М., «Связь», 1969.

ОГЛАВЛЕНИЕ

50 коп.

ИЗДАТЕЛЬСТВО «СВЯЗЬ»